



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

ENEP IZTACALA

**Efecto de la incorporación de col y solarización sobre
la pudrición blanca de la cebolla (*Allium cepae* L.)
causada por *Sclerotium cepivorum* Berk.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A:

REYNA ISABEL ROJAS MARTINEZ

MEXICO D. F.

1991.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A MI MADRE⁺

POR HABERME OTORGADO LA DICHA DE VIVIR; ADEMÁS DE SU
AMISTAD Y AMOR

A MI PADRE ANGEL:

CON ADMIRACION Y RESPETO, Y COMO UN HOMENAJE A SU
ESFUERZO.

A MIS HERMANAS:

MA. DE LOS ANGELES Y ALMA DELIA POR SU
APOYO Y CARINO.

A EMMA:

POR SU APOYO Y AMISTAD

A MIS SOBRINOS:

JAVIER, EDGAR, HECTOR, ANGEL, CHRISTIAN ;
POR LA ALEGRIA DE SUS SONRISAS.

A ERICK

POR SU GRAN VALENTIA.

CONTENIDO

Resumen.....	I
Introducción.....	1
Objetivos.....	3
Antecedentes.....	4
Materiales y Métodos.....	10
I Experimento de campo.....	
II Experimento de laboratorio.....	
Resultados y Discusión.....	12
Conclusiones.....	20
Bibliografía.....	21

RESUMEN

La pudrición blanca de la cebolla fue reportada en nuestro país en la década de los 70'a la fecha se encuentra distribuida en varios de los Estados que destinan superficie para su cultivo. La pudrición blanca de la cebolla es una enfermedad que es ocasionada por Sclerotium cepivorum Berk. . EL control de esta se ha intentado mediante la aplicación de fungicidas y rotación de cultivos, pero hasta ahora los resultados no han sido satisfactorios. Estudios previos han demostrado que la incorporación de residuos de crucíferas en condiciones de invernadero, resultó en una reducción significativa del número de plantas muertas y de la severidad de la enfermedad; de ahí que surge la inquietud de realizar la presente investigación probando la efectividad de la incorporación al suelo de los residuos de col sola y en combinación con la solarización para el control de la pudrición blanca bajo condiciones de campo; así como conocer el efecto de los volátiles emanados durante la descomposición de residuos de col sobre la germinación de esclerocios de S. cepivorum.

Los volátiles emanados durante la descomposición de col afectaron significativamente ($P=0.001$) la germinación de los esclerocios de S. cepivorum. La incorporación de col en una proporción de 1% indujo un incremento de 32.5% en la germinación de esclerocios en comparación al testigo, en contraste col a proporciones de 3, 6, 9 y 12% redujeron significativamente ($\alpha=0.05$) la germinación en 40.3, 89.2 y 95.5% respectivamente.

En el experimento de campo los tratamientos Col 3 kg/ metro lineal (ml) y Col 1 kg/ml + plástico resultaron en incrementos en la producción de 42.5 y 36.5% y reducciones en la severidad de la enfermedad de 35.8 y 50.0%, respectivamente en comparación con el testigo; no obstante tales diferencias no fueron estadísticamente significativas. Los resultados obtenidos sugieren que la incorporación de residuos de crucíferas, así como la solarización tienen potencial en el manejo de la pudrición blanca de la cebolla.

INTRODUCCION

Dentro de las hortalizas que más se cultivan a nivel mundial se encuentra la cebolla (Allium cepae L.), en nuestro país es uno de los cultivos más importantes pues además de tener una alta demanda en el mercado nacional es una de las hortalizas de mayor exportación.

El área anual promedio de cebolla en 1984-1989 fue de 32,000 ha, con una cosecha promedio de 17 ton por ha y una producción anual de 544,000 ton de las cuales el 13% fue exportada a los Estados Unidos. El 94% del total de la producción nacional, fue de los Estados de Guanajuato, Jalisco, Chihuahua, México y Sonora que representan el 90% del total del área donde se siembra la cebolla. Los Estados de Aguascalientes, Coahuila, Durango, Guerrero, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, San Luis Potosi, Sinaloa, Tlaxcala y Veracruz contribuyeron con el 10% del área restante (32).

En lo que respecta a las enfermedades de la cebolla se reportan como las principales: mancha púrpura (Alternaria porri), raíz rosada (Pyrenochaeta terrestris), mildiu (Peronospora destructor), botrytis (Botrytis alli), virus amarillo de la cebolla y la pudrición blanca (Sclerotium cepivorum) de la cebolla, ajo, puerro y otras especies del genero Allium (8). La pudrición blanca ha sido reportada en Inglaterra, Canadá, Estados Unidos, Australia, Finlandia, Africa, Argentina, Brasil y México, ocasionando serias pérdidas económicas, que han llegado a alcanzar en E.U.A. hasta un 100% (22). En nuestro país esta enfermedad fué reportada en los años 70 y a la fecha ha sido detectada en los estados de Puebla, Tlaxcala, Guanajuato, Chihuahua, Morelos, Michoacán, México y Guerrero; poco se sabe acerca de su distribución e incidencia en los campos sembrados con especies de Allium en estas localidades (32).

La pudrición blanca ha adquirido mayor importancia y relevancia por su persistencia, dispersión y difícil control ya que S. cepivorum presenta estructuras de resistencia llamadas esclerocios, los cuales pueden sobrevivir en el suelo en estado de dormancia hasta por más de 10 años en ausencia de la planta hospedante (12).

Después de la cosecha los esclerocios son distribuidos en el campo por las prácticas de cultivo (berbecho, rastreo, nivelación, etc.), dando lugar a que para el siguiente ciclo de siembra existan un mayor número de focos de infección (19). En el Bajío en terrenos infestados por S. cepivorum se ha observado que cuando se siembra cebolla o ajo por tres o cuatro años consecutivos se tiene 100% de pérdidas en la cosecha (16). En campo la enfermedad se presenta en manchones y las plantas enfermas muestran enrollamiento, clorosis y caída de las hojas, empezando por las barejas. Cuando ocurre la clorosis si se arranca una planta se puede observar que las raíces, el bulbo y la base de las hojas se encuentran podridas y cubiertas por un micelio blanco, también se puede notar que las escamas tienen un color negro debido a la abundante formación de esclerocios. La pudrición del bulbo es blanda y acuosa, y con el tiempo sobreviene la deshidratación.

Los métodos de control y prevención de esta enfermedad a nivel de campo han sido diversos, siendo los más recomendados la rotación de cultivos, tratamientos al suelo y la semilla, uso de productos químicos (fungicidas) y eliminación de plantas enfermas (16); sin embargo, estos métodos no han sido efectivos, por otro lado hasta ahora no ha sido posible desarrollar variedades de cebolla resistentes a S. cepivorum.

O B J E T I V O S

- 1) Probar la efectividad de la incorporación al suelo de los residuos de col sola y en combinación con la solarización, para el control de la pudrición blanca de la cebolla bajo condiciones de campo.
- 2) Conocer el efecto de los volátiles emanados durante la descomposición de residuos de col sobre la germinación de esclerocios de S. cepivorum.

2. - ANTECEDENTES

Biología de S. cepivorum

La pudrición blanca de la cebolla es causada por el hongo Sclerotium cepivorum Berk., el cuál ataca a especies del género Allium (10). Sobrevive en el suelo mediante estructuras de resistencia llamadas esclerocios que persisten en el campo por más de 10 años con pequeñas pérdidas de viabilidad en ausencia del hospedante (12). La germinación de los esclerocios en el suelo está estrictamente condicionada a la presencia de especies de Allium, las que a través de sus raíces exudan sulfoxidos de alquil y alquenil-cisteína, sustancias no volátiles, que al ser metabolizadas por la microflora del suelo se convierten en compuestos volátiles que contienen azufre, los cuales estimulan la germinación del esclerocio (13). Una vez germinado el esclerocio el micelio no puede crecer saprofiticamente en suelos naturales aunque puede dispersarse a corta distancia en el suelo estando el tejido del hospedante (28). Las raíces son penetradas directamente por la hifa del hongo que avanza inter e intracelularmente a través del tejido del hospedante, invadiendo al bulbo (1). La dispersión se realiza principalmente por medio de raíces entre plantas hospedantes, encontrándose que la infección es mayor cuando los bulbos se tocan y cuando las raíces crecen lentamente (28). En los tejidos infectados hay un crecimiento abundante de micelio el cual formará nuevos esclerocios mediante la coalescencia de hifas (9).

Densidad de inóculo.

En trabajos realizados a nivel de campo Crowe y colaboradores (15) determinaron que la incidencia de la enfermedad tiene una relación directa con la densidad de inóculo en el suelo; de tal manera que en suelos con poblaciones menor o igual que (\leq) 0.001, de 0.001 a 0.01, de 0.01 a 0.1, y mayor o igual que (\geq) 0.1 esclerocios/g de suelo se observaron incidencias de la enfermedad en plantas de ajo y cebolla \leq a 10%, de 10 a 85%, de 95 a 100% y

de 100%, respectivamente. Anteriormente Adams y colaboradores (2) relacionaron la densidad de inóculo con el porcentaje de infección en condiciones de campo, y encontraron que con 0.1 esclerocios/g de suelo se tiene 95-100% de infección de bulbos a la cosecha. En un estudio realizado por Crowe (12) en campos con 17 a 20 años sin sembrar ajo y cebolla no se detectaron esclerocios; en campos con 10-14 años la densidad fué de 0 a 0.01 esclerocios/g de suelo, en campos con 1-8 años la densidad fué de 0 a 1.3 esclerocios/g de suelo, y en cuanto a la incidencia de la enfermedad se encontró que poblaciones ≤ 0.001 , 0.001-0.01, 0.01-0.1 y ≥ 0.1 esclerocios/g de suelo originaban incidencias de 10%, 10-85%, 50-100%, y 100%, respectivamente.

En cuanto a la distribución espacial, Adams y Ayers (4) menciona que la mayoría de los esclerocios de S. cepivorum se encuentran restringidos a los primeros 25 cm de profundidad, la cual corresponde a la profundidad de barbecho del suelo.

Factores Medioambientales Que Afectan La Severidad De La Enfermedad.

Adams (3) en condiciones controladas encontró que la temperatura óptima para la germinación de los esclerocios es de 20°C, con un rango óptimo entre 15 y 20°C, mientras que para el desarrollo de la enfermedad fué de 15°C con un rango óptimo de 10-18°C; el pH necesario para la germinación sobre agar fué de 5.3, mientras que para el desarrollo de la enfermedad en suelo pasteurizado el rango fué de 4.5-7.8, observando que para valores de pH 5 o abajo de él, menos del 80% de las plantas fueron infectadas, mientras que para valores arriba de 5 el 90% de las plantas resultó con infección.

Control.

Los intentos para controlar esta enfermedad se han hecho mediante la aplicación de fungicidas tales como Calomil, Bicloruro de Mercurio, Iprodine, Vinclozolin, Pentacloronitrobenzeno, Benomyl y Thiabendazol (28). Sin embargo el control no ha tenido éxito, quizá por que estos productos presentan poca estabilidad en el suelo, al ser absorbidos por sus componentes o por que la microbiota ahí existente llegue a metabolizarlos.

El uso de metham a una concentración de 300-355 $\mu\text{g/ml}$ ha dado buen resultado controlando la enfermedad hasta en un 100% sin embargo su uso resulta no redituable (5).

Por lo que respecta al control biológico de esta enfermedad se han encontrado algunos antagonistas como Penicillium nigricans, Bacillus subtilis, Trichoderma sp., y Sporidesmium sclerotivorum. Este último parece ser el más promisorio ya que tiene la capacidad de destruir los esclerocios de Sclerotinia sclerotiorum y los de S. cepivorum en un periodo de diez semanas a temperaturas ambientales de 15-26°C y a un pH de 5.5-7.5 (4); sin embargo en pruebas realizadas en México a nivel de campo no se obtuvieron resultados satisfactorios (22), el autor concluye que probablemente el nivel de inóculo existente en campo (1.4 esclerocios/g de suelo) contribuyó a que el porcentaje de plantas sanas fuera bajo, ya que este nivel está por arriba de los reportados como peligrosos en otros países (0.3 esclerocios/g de suelo); considerando que probablemente en suelos con un nivel de inóculo menor pudiese haber control; al mismo tiempo sugiere que de seguir con estas pruebas es conveniente buscar un substrato barato y adecuado para la formación de esclerocios de S. cepivorum, dado que son necesarios para la producción del organismo antagónico.

En cuanto al control de tipo genético hasta la fecha no ha sido posible desarrollar variedades de cebolla resistentes a S. cepivorum; la especie Allium caeruleum parece tener cierta resistencia a esta enfermedad, sin embargo ésta no puede ser introducida a híbridos de Allium cepae ya que son estériles, por otra parte A. caeruleum no es comestible (13).

En la búsqueda de alternativas biológicas para el control de las enfermedades causadas por fitopatógenos del suelo se ha encontrado que la incorporación de hojas y tallos de crucíferas (tales como: col, nabo y col de Bruselas) en el suelo, han resultado en una reducción significativa de pudriciones radicales (18, 23, 27). Está documentado que las crucíferas se caracterizan por liberar, durante el proceso de su descomposición, compuestos como la metionina y los sulfoxidos de metil cisteína que mediante degradación enzimática se transforman en sustancias volátiles que contienen azufre, entre las cuales se incluyen mercaptanos, sulfuros de varios tipos (sulfitos, disulfuro de dimetil, sulfuro de metil, etc) e isotiocionatos, estos últimos considerados compuestos biocidas (7, 19, 20).

La toxicidad de estos compuestos ha sido demostrada para varios hongos, así en pruebas in vitro se ha encontrado que los mercaptanos inhiben la germinación de esclerocios de S. cepivorum, y que los mercaptanos y los sulfuros son tóxicos para Colletotrichum circinans y Botrytis alli (18). Se ha encontrado que al incorporar tejidos de col al suelo, los vapores emanados durante su descomposición afectan la morfología de Aphanomyces euteiches, el desarrollo de zoosporas y el crecimiento micelial, lo que trae como consecuencia una reducción de la enfermedad de hasta un 90% (18). En invernadero la incorporación de col y mostaza redujo significativamente la pudrición de raíces en frijol causada por Thielaviopsis basicola (23, 24). En pruebas de invernadero se ha observado que el agallamiento en tomate (Lycopersicum sculentum) inducido por Meloidogyne incognita se reduce hasta un 87% cuando se incorpora col en una proporción de 2% p/v (31).

Merriman y colaboradores (21) en pruebas de laboratorio aplicaron aceite de cebolla en suelo a diferentes profundidades, encontrando que al aplicar el aceite a una profundidad de 10 cm se provocaba la germinación del 60-70% de los esclerocios, en comparación con el testigo; al aplicar aceite de cebolla y dialil disulfuro (compuesto parecido a los que son liberados por crucíferas) en campo, encontraron una reducción del 79% en el número de esclerocios. Paralelamente estos autores han encontrado que concentraciones bajas de aceite de cebolla artificial (0.01%) favorecen la germinación de esclerocios; mientras que concentraciones altas (5%) inhiben su germinación.

Por otra parte la solarización surge como una alternativa de control, el uso de este método empezó en Israel, Estados Unidos, Irak y Australia (14, 15). En nuestro país ha empezado a tener auge en varios Estados de la República principalmente en donde se cultivan hortalizas. Esta técnica consiste en cubrir el suelo húmedo con plástico transparente delgado, principalmente durante las estaciones del año en que existe mayor radiación solar, esto con fin de incrementar las temperaturas a niveles letales a la mayoría de los fitopatógenos del suelo, malas hierbas e insectos. Este método se puede comparar con la fumigación del suelo ya sea con productos químicos o por medio de vapor de agua, pero a diferencia de éstos, la solarización se lleva a cabo con temperaturas más bajas, por lo que los efectos sobre las poblaciones microbianas benéficas son menos drásticos. Por otro lado los efectos colaterales observados con los métodos convencionales como fitotoxicidad debida a la liberación de manganeso así como otros productos, y la creación de un vacío biológico que favorece el reestablecimiento de los fitopatógenos no se da con la solarización. Son muchos los reportes que han demostrado que mediante el uso de la solarización se puede controlar a fitopatógenos (17, 25, 26).

Así en suelos naturalmente infestados con Plasmodiophora brassicae (causante del agallamiento de la raíz en crucíferas) y S. cepivorum, al ser solarizados se encontraron reducciones en el nivel de inóculo de P. brassicae permitiendo que la producción de crucíferas fuera comercialmente aceptable (26); en contraste los resultados obtenidos con S. cepivorum no fueron muy satisfactorios a pesar de que hubo reducción en el nivel de inóculo, dado que el hongo es muy sensible a temperaturas altas; los autores sugieren que debido el patrón de distribución del hongo en el campo, es necesario combinar la solarización con otros métodos de control, como aplicación de químicos o bien el uso de antagonistas, con el fin de obtener resultados consistentes y duraderos.

MATERIALES Y METODOS

I.- El experimento de campo se realizó en un terreno previamente infestado con S. cepivorum. El nivel de inóculo inicial fue de 1.4 esclerocios/g de suelo. Los tratamientos que se aplicaron fueron los siguientes: 1) Testigo, 2) Col 1 kg/metro lineal (ml), 3) Col 3kg/ml, 4) Cubierta con plástico, y 5) Col 1 kg/ml + plástico. La incorporación de residuos de col fresca fue en el centro del lomo del surco a una profundidad de 20-30 cm, a los tratamientos que les correspondió solarización fueron cubiertos con plástico (50 μ m de grosor). El diseño experimental fue de bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Se registró la t° del suelo a diferentes horas del día. Cuatro semanas después de la incorporación, se transplantaron plantulas de cebolla con el método tres bolillo, quedando 24 plantas por surco, teniendo en total 48 plantas por parcela. Durante el ciclo del cultivo se registró el número de plantas muertas por tratamiento. La evaluación se hizo cuatro meses después del trasplante considerando las siguientes variables: peso de bulbo, por ciento de plantas muertas, e índice de enfermedad en base a una escala del 1 a 10 (donde 1= planta sana y 10= 85-100% del bulbo afectado o planta muerta (30).

II.- Para conocer el efecto de los volátiles emanados durante la descomposición de col sobre la germinación de esclerocios de S. cepivorum, se colocaron 1000 cc de suelo fumigado en charolas de plástico (34 cm de largo, 26 cm de ancho y 5 cm de profundidad) y se adicionó col seca y molida en proporciones de 1, 3, 6, 9, y 12% (p/v) de crucífera en el suelo y se humedeció para proporcionar al suelo una humedad de capacidad de campo.

Sobre las charolas, se colocaron mallas de alambre galvanizado (36 cm de largo x 28 cm de ancho) y sobre éstas se colocaron tres cajas Petri (sin tapa) conteniendo cada una diez esclerocios sobre medio de papa dextrosa agar (PDA). Los esclerocios utilizados en este experimento fueron obtenidos de cultivo de cebolla, los cuales previamente fueron enterrados en el campo por cuatro semanas para romper su dormancia inherente.

Se prepararon cuatro charolas por tratamiento y cada charola se metió en una bolsa de polietileno, la cual se selló con cinta adhesiva (diurex). Las charolas se dejaron en el laboratorio por un lapso de 38 días, después de este periodo de exposición a los volátiles, los esclerocios fueron transferidos (previa desinfestación con hipoclorito de sodio 1%) a nuevas cajas con PDA (un esclerocio por caja) y 16 días más tarde se registró el porcentaje de esclerocios germinados en cada tratamiento. El diseño de este experimento fue, completamente al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones.

Los datos obtenidos en ambos experimentos fueron sometidos a análisis de varianza, cuando éste indicó diferencias significativas entre tratamientos la comparación de medias de tratamientos se hizo mediante la prueba de Tukey. También se realizaron algunos análisis de regresión para el experimento de campo.

RESULTADOS Y DISCUSION

I.- El análisis de varianza del experimento de laboratorio indicó que los volátiles emanados durante la descomposición de col afectaron significativamente ($P=0.0001$) la germinación de los esclerocios de S. cepivorum. La incorporación de col en una proporción de 1% indujo un incremento del 32.5% en la germinación de esclerocios en comparación al testigo, en contraste col a proporciones de 3, 6, 9, y 12% redujeron significativamente ($\alpha=0.05$) la germinación en 39.9, 89.2, 80.7 y 95.5%, respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de los volátiles emanados durante la descomposición de residuos de col incorporados al suelo (a diferentes proporciones, peso/volumen) sobre la germinación de esclerocios de Sclerotium cepivorum.

TRATAMIENTO	GERMINACION	
	%	% de Cambio
Testigo	36.33 A	
Col 1	48.14 AB	+ 32.5
Col 3	21.78 BC	- 39.9
Col 6	3.72 DC	- 89.3
Col 9	7.01 DC	- 80.7
Col 12	1.71 D	- 95.3
DMS=18.60		

Cifras con la misma letra no difieren significativamente ($\alpha=0.05$) según la prueba de comparación de medias de Tukey (DSH).

La estimulación de la germinación de esclerocios observada podría ser explicada por la acumulación de sulfuros de alilo (20), compuestos volátiles similares a los liberados a partir de los exudados radicales de especies de Allium (11). La inhibición de la germinación pudo haberse debido a la liberación de compuestos volátiles de azufre tóxicos, tales como mercaptanos e isotiocianatos entre otros (18). Lewis y Papavizas (17) mencionan que diferencias en la dinámica de la evolución de compuestos volátiles durante la descomposición de residuos de crucíferas deben esperarse.

II.- En el experimento de campo los tratamientos Col 3 kg/ml y Col 1kg/ml + plástico resultaron en incrementos en la producción de 42.5 y 36.5% y reducciones en la severidad de la enfermedad (IE) de 35.8 y 50.0%, respectivamente, en comparación con el testigo (Cuadro 2); no obstante tales diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Cuadro 2. Efecto de la incorporación de residuos frescos de col sobre la severidad de la pudrición blanca y la producción de cebolla en condiciones de campo.

TRATAMIENTO	PB		IE	
	(g)	% Incremento		% Reducción
Testigo (T)	2348.2		3.8	
Col 1 kg/ml (C ₁)	2485.0	5.8	2.9	23.7
Col 2 kg/ml (C ₃)	3346.2	42.5	2.4	35.8
Col 1 kg/ml + Plástico (C ₁ +P)	3205.5	36.5	1.9	50.0
Plástico (P)	2352.0	0.1	2.4	36.8

Con el objeto de conocer la relación existente entre la severidad de la enfermedad y la producción de bulbos, se realizó un análisis de regresión para cada uno de los tratamientos, encontrándose en todos los casos una correlación significativa donde los coeficientes de relación (R) fueron de 0.83 - 0.98; las rectas de regresión muestran que a medida que la severidad de la enfermedad se incrementa, la producción disminuye (Fig. 1).

En relación al efecto de la incorporación de col y solarización sobre el desarrollo de la "podrición blanca" de la cebolla, se encontró que todos los tratamientos aplicados retardaron en mayor o menor grado el desarrollo de la misma como lo muestran las rectas de regresión en la (Fig. 2).

Fig. 1. Líneas de Regresión de la Producción de Bulbos en Relación al Índice de la Enfermedad.

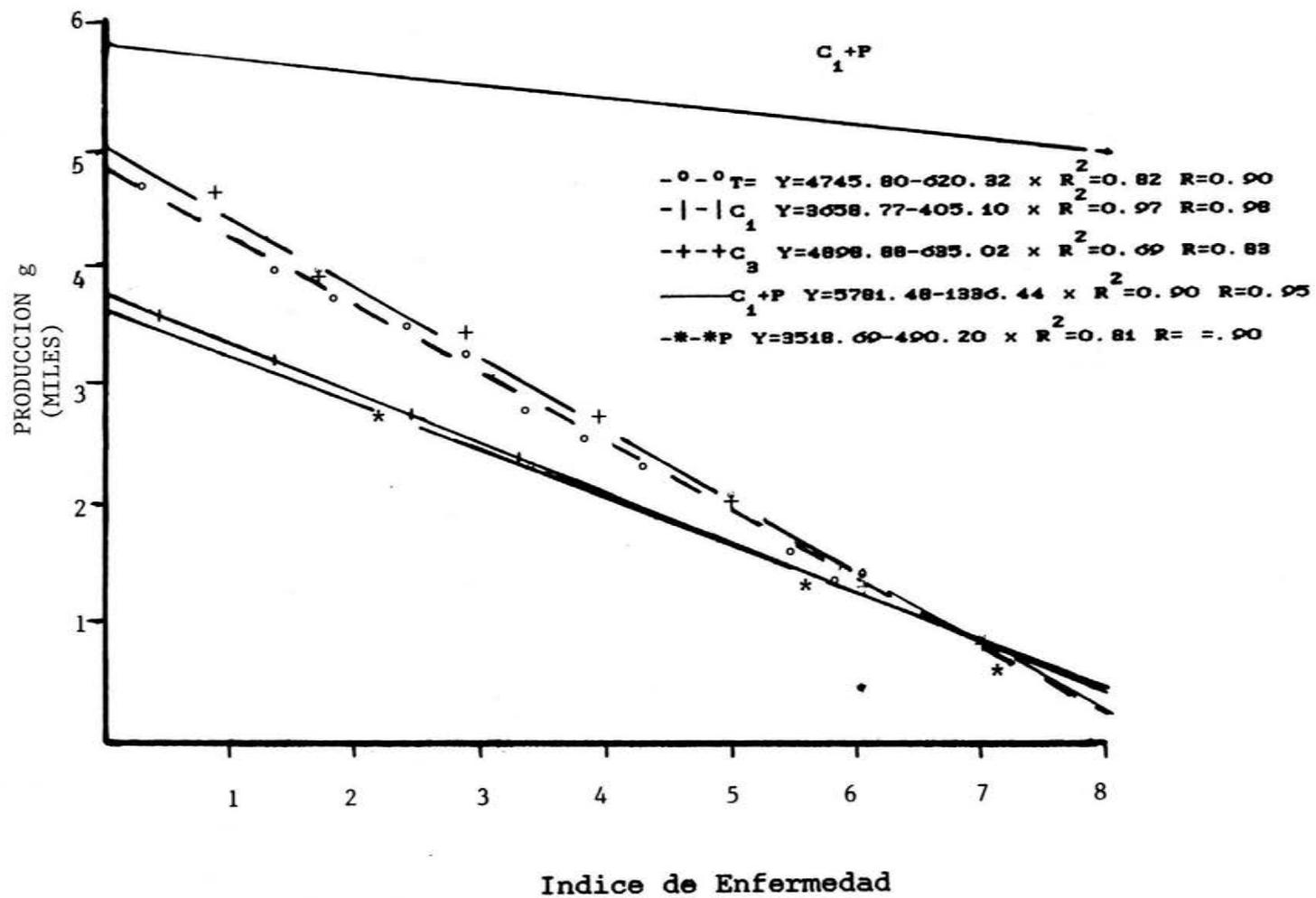
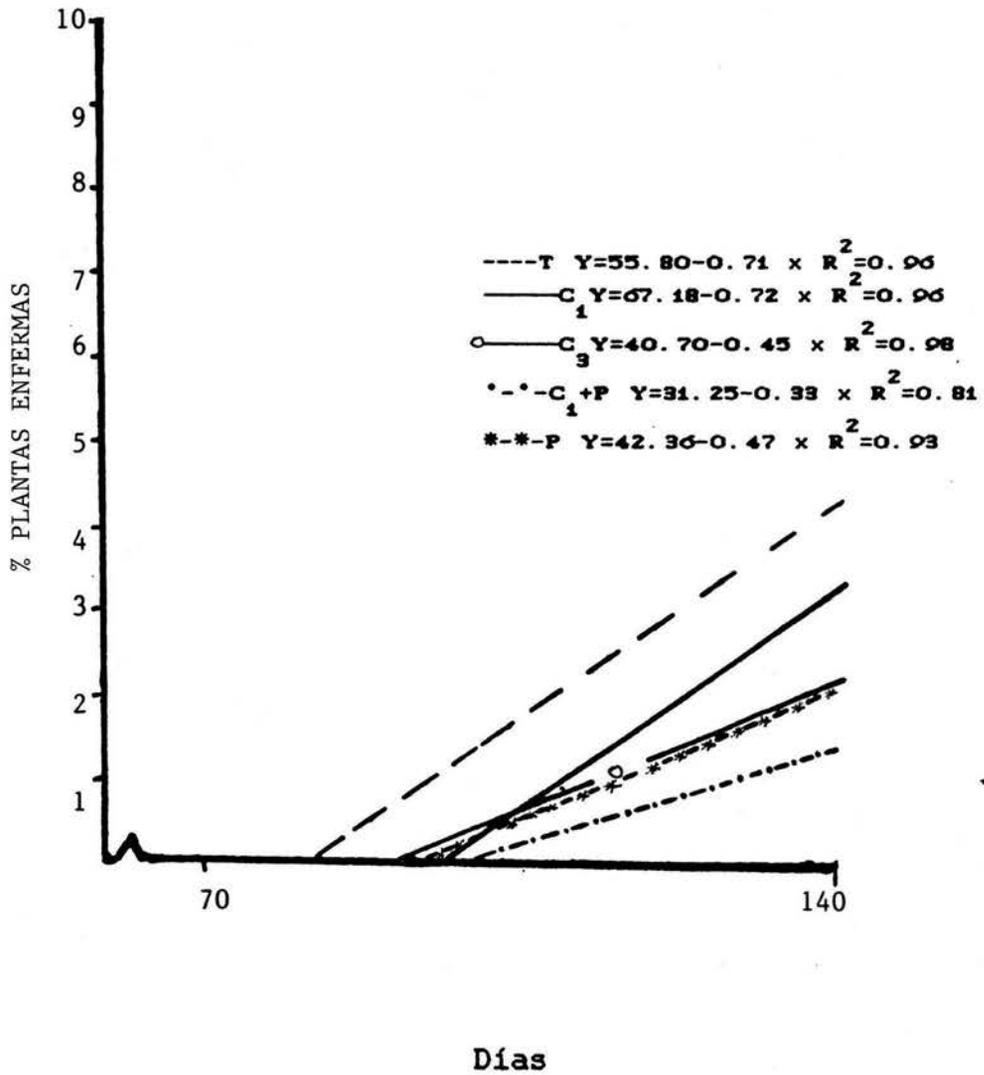


Fig. 2. Líneas de Regresión del % de Plantas Enfermas en Función del Tiempo (Días)



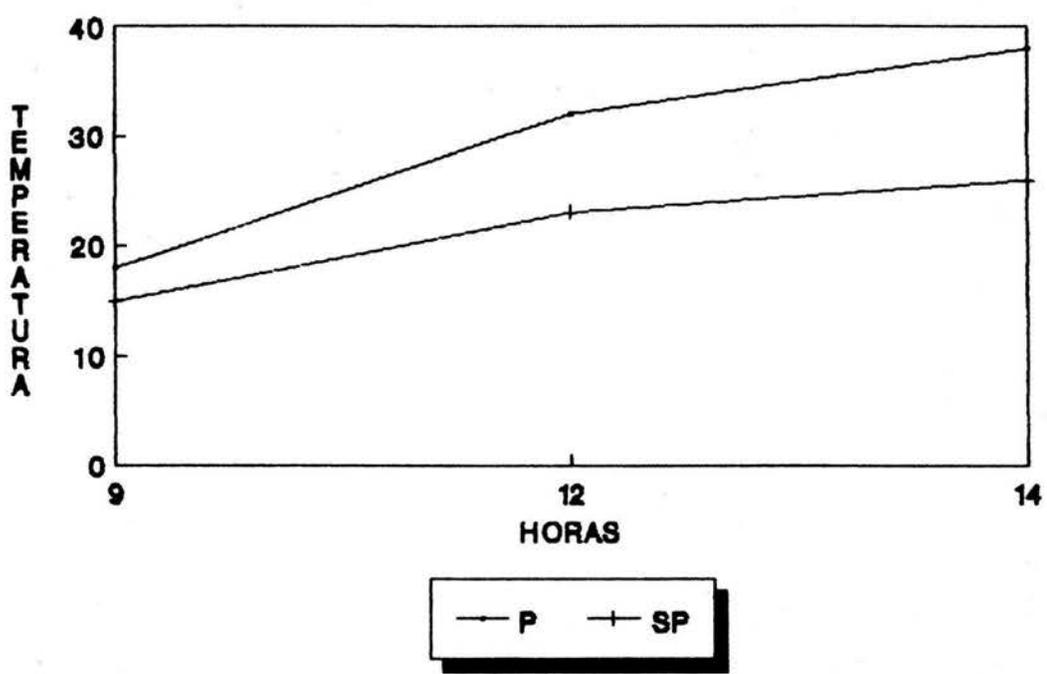
El hecho de no haber detectado diferencias significativas entre tratamiento, a pesar de que en todos hubo diferencias numéricas, quizá, se haya debido a la gran variabilidad de inoculo. Esta variabilidad se explica por la distribución espacial característica de este hongo, la cual es en pequeños manchones distribuidos en forma azarosa en el campo, ésto puede traer como consecuencia altas densidades de inoculo en dichos manchones; por otro lado también se ha encontrado que niveles de inoculo tan bajos como 0.001 a 0.01 esclerocios/g de suelo resultan en incidencias de 10-85% (12). Teniendo en mente ésto, se puede considerar que quizás aún cuando el tratamiento haya sido altamente efectivo, el nivel de inoculo que escapó al efecto del control pudo ser suficiente para inducir una alta incidencia de la enfermedad.

La reducción en la severidad y retardo en la incidencia de la pudrición blanca de la cebolla, por efecto de la incorporación de residuos de col al suelo, podría ser explicada por la liberación de compuestos de azufre volátiles (por ejemplo mercaptanos e isotiocianatos) cuya toxicidad a varios hongos ha sido demostrada (17,18). Por otro lado, la incorporación de materia orgánica al suelo podría resultar en un incremento en la biota antagonista y consecuentemente en un incremento en hiperparasitismo y efectos líticos sobre S. cepivorum (19); existe suficiente evidencia que indica que S. cepivorum es un pobre competidor en el suelo debido a su baja capacidad saprofítica (29).

En los tratamientos con cobertura de plástico las temperaturas máximas alcanzadas fluctuaron de 32-38°C entre las 12 y 14 hrs (Fig. 3), aunque dichas temperaturas no fueron letales para los esclerocios, éstas pudieron haber afectado negativamente a los mismos retardando su germinación (3, 26). En los tratamientos donde se combinó la incorporación de crucíferas con cobertura de

plástico (solarización), además de los efectos de altas temperaturas, los volátiles pudieron haber sido retenidos por más tiempo y pudieron haber alcanzado concentraciones más altas (27).

Figura 3. Temperatura máxima a 10 cm de profundidad.



Los resultados obtenidos, sugieren que la incorporación de residuos de crucíferas al suelo tiene potencial para el manejo de la pudrición blanca. Sin embargo, para poder manipular eficientemente este potencial es necesario contestar varias preguntas en relación con la incorporación de residuos de crucíferas, tales como: ¿Cuáles son los factores físico-químicos del suelo óptimos que favorecen la expresión del máximo potencial antagonista de los residuos de crucíferas?, ¿Qué otros patógenos del suelo son afectados y cuáles no?, ¿Es la biota benéfica del suelo drásticamente afectada?. Para contestar estas y otras preguntas, es necesario realizar estudios sistemáticos y comprensivos que tomen en consideración factores tales como cantidad de residuo y profundidad de la incorporación, tipo de suelo, pH, contenido de humedad, temperatura y microflora del suelo, puesto que todos estos factores pueden influir tanto sobre el tipo, como en la cantidad de volátiles de azufre liberados durante la descomposición de los residuos de las crucíferas y también sobre su retención en el suelo.

CONCLUSIONES

En base a los resultados encontrados y la discusión de los mismos se presentan las siguientes conclusiones.

1) La incorporación de col en una proporción del 1% indujo en un incremento del 32.5% en la germinación de esclerocios en comparación al testigo.

2) Incorporaciones de col a proporciones de 3, 6, 9 y 12% redujeron significativamente la germinación de esclerocios en 40.3, 89.2, 80.7 y 95.9%, respectivamente.

3) Bajó condiciones de campo los tratamientos Col 3 kg/ml y Col 1kg/ml + Plástico (solarización) resultaron en incremento en la producción de 42.5 y 32.5% y reducciones en la enfermedad de 35.8 y 50.0% respectivamente, en comparación con el testigo.

4) La incorporación de col y la solarización retardaron en mayor o menor grado el desarrollo de la enfermedad en campo con respecto al testigo.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Abd-El-razik, A.A. and S. Rushdi. 1973. Studies on the infection of onion plants by Sclerotium cepivorum Berk. Phytopathol. Z. 76: 108-116.
- 2.- Adams, P.B. 1981. Forecasting onion white rot disease. Phytopathology 71: 1178-1181.
- 3.- Adams, P.B. 1987. Effects of soil temperature, moisture and depth on survival and activity of Sclerotinia minor, Sclerotium cepivorum and Sporidesmium sclerotivorum. Plant. Dis. 71: 170-174.
- 4.- Adams, P.B. and W. E. Ayers. 1981. Sporidesmium sclerotivorum. Distribution and function in natural biological control of sclerotial fungi. Phytopathology 71: 90-93.
- 5.- Adams, P.B. and S. Jhonston. 1983. Factors effecting efficacy of methan applied through sprinkler irrigation for control of Allium white rot. Plant. Dis. 67: 978-980.
- 6.- Adams, P.B. and G.C. Papavizas. 1971. Effect of inoculum density of Sclerotium cepivorum and some soil enverimental factors on disease severity. Phytopathology 61: 1253-1256.
- 7.- Bailey, D.M. Bazinet J. Driscoll, and A. McCarthy. 1962. The volatile sulfur components of cabbage. J. Fd. Sci 26: 163-170.
- 8.- CIAB, 1985. Guía para la asistencia agrícola del Bajío. INIA, México 81-88.
- 9.- Coley-Smith, J.R. 1960. Studies of the biology of Sclerotium cepivorum Berk. IV Germination of sclerotia. Ann. App. Biol. 48: 8-18.

- 10.- Coley-Smith, J. R. and J. E. King. 1968. The production by species of Allium of alkyl sulphides and their effect on germination of Sclerotium cepivorum Berk Ann. App. Biol. 64: 289-301.
- 11.- Coley-Smith, J.R. and R.C. Cooke 1971. Survival and germination of fungal sclerotia. Ann. Rev. Phytopath. 9: 65-92
- 12.- Crowe, F.J. and D.H. Hall. 1980. Vertical distribution of sclerotia of Sclerotium cepivorum and host root systems relative to white rot of onion and garlic. Phytopathology 70: 70-73.
- 13.- Esler, G. and J.R. Coley-Smith. 1983. Flavour and colour characteristics of species of Allium in relation to their capacity to stimulate germination of sclerotia of Sclerotium cepivorum. Plant Path. 32: 13-22.
- 14.- Katan, J.A. 1981. Solar heating (solarization) of soil for control of soil borne pests. Ann. Rev. Phytopathol. 19: 211-236.
- 15.- Katan, J.A. H. Greenberger, and A. Grinstein. 1976. Solar heating by polyethylen mulching for the control of diseases caused by soil borne pathogens. Phytopathology 66: 683-688.
- 16.- Laborde, A. S. 1986. Control integrado de la pudrición blanca del ajo en el Bajío. Ed. Foto Edisa Méx. 31 pp.
- 17.- Lewis, J.A. and G. C. Papavizas. 1970. Evolution of volatile sulfur containing compounds from descomposition of crucifers in soil. Soil Biol. Biochem. 2: 239-246.

- 18.- Lewis, J.A. and G.C. Papavizas. 1971. Effect of sulfur containing volatile compounds and vapors from cabbage decomposition on Aphanomyces euteiches. Phytopathology 61: 208-214.
- 19.- Lewis, J.A. and G.C. Papavizas. 1975. Survival and multiplication of soil borne plant pathogens as affected by plant tissue amendments. In: G. W. Bruehl (Ed.) "Biology and Control of Soil Borne Plant Pathogens" Am. Phytopathol. Soc. St. Paul Minn. 84-89.
- 20.- McLeod, A.J. and G. McLeod. 1968. Volatiles of cooked cabbage. J. Sci. Food Agr. 19: 273-277.
- 21.- Merriman, P.R. and J.M. Samson, and Schippers B. 1981. Stimulation of germination of sclerotia of Sclerotium cepivorum at different temperatures in soil by artificial onion oil. Plant Path. 87: 15-53.
- 22.- Ortiz, P.R. 1985. Control biológico de la pudrición blanca de ajo Allium sativum L. causada por Sclerotium cepivorum Berk. por medio de Sporidesmium sclerotivorum Uercker. Tesis de Licenciatura UNAM Iztacala, México. 40 PP.
- 23.- Papavizas, G.C. 1968. Survival of root infecting fungi in soil VI. Effect of amendment on bean root rot caused by Thielaviopsis basicola and on inoculum density of the causal organism. Phytopathology 58: 421-427.
- 24.- Papavizas, G.C. 1975. Crop residues and amendments in relation to survival and control of root-infecting fungi. In: G.W. Bruehl (Ed.) "Biology and Control of Soil Borne Plant Pathogens" Am. Phytopathol Soc. St. Paul Minn. 76.

- 25.- Pullman, G.C. and J.E. Devay, and R. H. Garber. 1981. Soil solarization and thermal death: A logarithmic relationship between time and temperature for fuor soilborne plant pathogens. *Phytopathology* 71:959-964.
- 26.- Porter, I.J. and P.R. Merriman. 1983. Evaluation of soil solarization for control of club root of crucifers and white rot of onion in south-eastern Australia. In:C.A. Parker, A.D. Rovira, K.J. Moore, P.T.W. Wongand and J.F. Kollmorgen (Eds.) "Ecology and Management of Soil-Borne Plant Pathogens" Am. Phytopathol. Soc. St. Paul Minn. 181-184.
- 27.- Ramírez-Villapudua, J. and D.E. Munnecke. 1987. Control of cabbage yellows (Fusarium oxysporum f. sp. conglutinans) by solar heating of field soils amended with dry cabbage residues. *Plant Dis.* 71:217-221.
- 28.-Scott, M.R. 1956. Studies of the biology of Sclerotium cepivorum Berk. I Growth of the mycelium in the soil *Ann. Appl. Bio.* 44: 576-583.
- 29.- Somerville, P.A. and D.H. Hall. 1987. Factors Affecting sclerotial germination of Sclerotium cepivorum, secondary sclerotia formation, and germination stimulants to reduce inoculum density. *Plant Dis.* 71: 229-233.
- 30.- Villar, L. A. C., E. Zavaleta-Mejía, y R. García, E. 1990. Efecto de la incorporación de residuos de crucíferas (Brassicaceae) sobre fitopatógenos del suelo. II Efecto de la incorporación de col y brocoli sobre la pudrición blanca (Sclerotium cepivorum Berk.) de la cebolla bajo condiciones de invernadero. *Rev. Mex. de Fitopatología* 8. (En prensa).

- 31.- Zavaleta-Mejía, E. y R.I. Rojas M., 1988. Efecto de la incorporación de crucíferas sobre fitopatógenos del suelo. I. Efecto de la incorporación de col sobre Meloidogyne incognita (Kofoid y White) Chitwood. Rev. Mex. de Fitopatología 6:30-35.
- 32.- Zavaleta-Mejía, E. 1990. Allium crops and Allium white rot in México. In: A.R. Entwistle and P. Mattusch (Eds.). "Proceedings of the Fourth International Workshop on Allium white rot". Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Federal Republic of Germany. 185-192.