

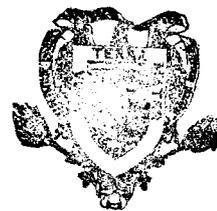
**MANEJO DE Rhizoctonia solani Kuhn CON ROTACION
DE CRUCIFERAS EN CULTIVO DE PAPA**

RAMON LOPEZ ESCOBAR

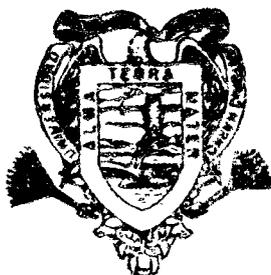
T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN PARASITOLOGIA AGRICOLA**

**Universidad Autónoma A
"ANTONIO NARRO"**



BIBLIOTEC



**Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro**

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenvista, Saltillo, Coah.

ENERO DE 1989.

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN PARASITOLOGIA AGRICOLA

COMITE PARTICULAR

Asesor Principal

Abiel Sánchez Arizpe
M.C. Abiel Sánchez Arizpe

Asesor:

Jesús García Camargo

M.C. Jesús García Camargo

Asesor:

José Gerardo Ramírez Mezquiti

M.C. José Gerardo Ramírez Mezquiti

Eusebio López Pérez
Dr. Eusebio López Pérez
Subdirector de Asuntos de Postgrado



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REYES
BANCO DE AGROPECUARIOS
U.A.A.F.

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Marzo 1989

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro quien me formó y vió nacer como profesionista.

Al Ing. M.C. Abiel Sánchez Arizpe quien siempre ha sido un gran amigo y me ha brindado desde siempre su asesoramiento tanto académico como en lo moral.

Al Ing. M.C. Jesús García Camargo, por su excelente participación en la revisión del presente trabajo y su gran amistad.

Al Ing. M.C. José Gerardo Ramírez Mezquiti por su magnífica cooperación en la realización y revisión de esta investigación.

Al Ing. M.C. Regino Morones Reza, por su valioso asesoramiento estadístico en el planteamiento y culminación de la investigación.

A la Ing. Leticia Ayala López por su destacada colaboración en la elaboración del manuscrito y mecanografiado de la tesis.

A mis amigos: Ing. Georgina Wong Romero, Ricardo Arroyo M., Osmín Santos, Ernesto Jehú Morín L., José López de la Cruz, Alfonso Serrano A., por su valiosa cooperación en varios aspectos de esta investigación.

A M.C. Víctor Samuel Peña Olvera y otras personas que de una u otra manera participaron en este trabajo.

DEDICATORIA

A quienes me dieron la vida y que siempre estaré eternamente agradecido por este motivo y por muchos más, que todo buen padre puede brindar a sus hijos, mis padres

VIDAL LOPEZ VALDIVIEZO y OLIVA ESCOBAR DE LOPEZ

A mi esposa JEMINA que siempre me ha brindado su paciencia y comprensión en los momentos más difíciles de la vida.

A mis hijos que siempre me han estimulado y para quienes deseo lo mejor de la vida

ROBERTO VIDAL LOPEZ MORIN y DULCE PALOMA LOPEZ MORIN

A mis hermanos OFELIA LOPEZ E., DULCE MA. LOPEZ E. y ROBERTO LOPEZ E. quienes me han brindado siempre su cariño y solidaridad.

A toda la familia MORIN LEYVA y en especial a la Sra. FLORENCIA LEYVA DE MORIN en quienes siempre he encontrado comprensión y cariño, que me ha estimulado a seguir adelante.

R. solani en comparación a las otras dosis. De las partes de plantas utilizadas, todas inhibieron el desarrollo micelial, en mayor grado el extracto de tallos.

Con respecto al estudio de invernadero, se utilizaron residuos de las diferentes crucíferas (5 gr peso seco) en macetas con cuatro kilogramos de suelo, en el cual se sembró un tubérculo de papa con R. solani presente.

Para el análisis del efecto del patógeno sobre las plántulas de papa, se utilizó una escala de cero a cinco, que corresponde de cero a 100 por ciento de daño, además, se tomó en cuenta la longitud de tallos.

En esta segunda etapa se concluyó que la coliflor redujo más el porcentaje de daño de R. solani sobre las plántulas de papa, debido a que se registró un 39.16 por ciento de lesión, le siguió la col, con un 40.83 por ciento de lesión y por último el brócoli, con un 47.5 por ciento de lesión. Estos resultados coincidieron en ambos estudios en cuanto al orden de la especie vegetal que más afectó al patógeno.

ABSTRACT

Crucifers Rotation in Managment of Rhizoctonia solani
Kuhn in Potato Crop

By

RAMON LOPEZ ESCOBAR

MASTER OF SCIENCE

PLANT PROTECTION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JANUARY 1989

Ing. M.C. Abiel Sánchez Arizpe - Advisor -

Key words: Crucifers, potato, Rhizoctonia solani,
Biological Control

The research was carried out in laboratory of plant pathology and greenhouse of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro in Saltillo, Coahuila, México, on March 25 of 1987 to August 15 of 1988.

The objective of this work was evaluate the effect of crucifers extracts (cabbage, cauliflower and broccoli) in vi tro and crucifers residue descomposition in greenhouse over R. solani growth.

Differents concentrations of crucifers extracts had been used in laboratory (0, 500, 1000 and 2000 ppm), the -

extracts was made of different crucifers parts (leaf, stem, and root), 100 and 1500 ppm dosage had the most effect in fungus growth. And other hand all the parts of crucifers inhibited the micelial growth. But, the major effect was the steam extract.

In greenhouse, residues of different crucifer parts was used by added (5 g dry weight) of tissue in 4 kg pots filled with soil potato tuber was planted in R. solani presence.

A 0 to 100 per cent scale was used to analyze the pathogen effect over potato seedlings in addition to this the steam longitud was measure.

In this step, cauliflower had only 39.16 per cent of lesions; cabbage 40.83 per cent and in third place broccoli with 47.5 per cent of damage.

There is an agreement between greenhouse and laboratory tesis about that: couliflower was the crucifer with major affects over patogen growth.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	xi
INDICE DE FIGURAS	xii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
GENERALIDADES SOBRE <u>RHIZOCTONIA SOLANI</u>	5
ETIOLOGIA	6
UBICACION TAXONOMICA	6
CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS	7
EPIDEMIOLOGIA	8
HABITAT	8
CONDICIONES QUE FAVORECEN LA IN -	
FECCION	9
INFECCION	9
SINTOMAS	11
ESTUDIOS SOBRE LA UTILIZACION DE	
RESIDUOS VEGETALES CONTRA ALGUNOS	
FITOPATOGENOS	11
MECANISMO DE CONTROL	14
MATERIALES Y METODOS	17
UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO	17
DESCRIPCION DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS	17
ESTUDIOS DE LABORATORIO	17
ESTUDIOS DE INVERNADERO	20
RESULTADOS	25
ESTUDIOS DE LABORATORIO	25
EXTRACTO DE BROCOLI	25
EXTRACTO DE COL	27
EXTRACTO DE COLIFLOR	27
ESTUDIOS DE INVERNADERO	37

RESIDUOS DE COL	40
DISCUSION	45
ESTUDIO DE LABORATORIO	45
ESTUDIO DE INVERNADERO	48
CONCLUSIONES	51
RESUMEN	52
LITERATURA CITADA	54

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
3.1	Diferentes cantidades de extractos utilizados para obtener las concentraciones en partes - por millón. UAAAN 1988	19
3.2	Reporte del análisis de suelo de Navidad, N.L. parcela naturalmente infectada de <u>R. solani</u> . UAAAN 1988	21
3.3	Reporte del análisis de suelo, de parcela no cultivable, libre de <u>R. solani</u> . UAAAN 1988	21
3.4	Diferentes tratamientos utilizados para cada especie crucífera. UAAAN 1988	22
4.1	Porcentaje de daño o lesión de <u>R. solani</u> sobre tallos de papa, al utilizar residuos de brócoli. UAAAN 1988	39
4.3	Porcentaje de lesión de <u>R. solani</u> sobre los tallos de papa al utilizar residuos de col. UAAAN 1988	41
4.4	Resultados obtenidos del efecto de <u>R. solani</u> sobre la longitud de tallos de papa al incorporar residuos de coliflor. UAAAN 1988	42
4.5	Resultados obtenidos del efecto de <u>R. solani</u> sobre el porcentaje de lesión en tallos de - papa. UAAAN 1988	42

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
4.1	Tendencia de crecimiento micelial de <u>R. solani</u> expuesto al extracto de brócoli, durante las tres etapas de crecimiento	26
4.2	Crecimiento micelial de <u>R. solani</u> expuesto a las diferentes partes de brócoli al final del estudio	28
4.3	Tendencia de crecimiento micelial de <u>R. solani</u> , expuesto al extracto de col durante las tres etapas de crecimiento	29
4.4	Crecimiento micelial de <u>R. solani</u> , expuesto a las diferentes partes de col al final del estudio.	30
4.5	Tendencia de crecimiento micelial de <u>R. solani</u> expuesto al extracto de coliflor durante las tres etapas de crecimiento	31
4.6	Crecimiento micelial de <u>R. solani</u> expuesto a las diferentes partes de coliflor al final del estudio	32
4.7	Tendencia de crecimiento micelial de <u>R. solani</u> expuesto a los extractos de brócoli, col y coliflor, durante las tres etapas de crecimiento	34

Figura No.		Página
4.8	Crecimiento micelial de <u>R. solani</u> en base a las diferentes dosis de extracto de las partes de crucíferas	35
4.9	Crecimiento micelial de <u>R. solani</u> en base a las diferentes dosis de extracto de plantas completas	
4.10	Resultados obtenidos al utilizar residuos de brócoli sobre la longitud de tallos de papa	38
4.11	Resultados obtenidos al utilizar residuos de brócoli sobre el porcentaje de lesión causado por <u>R. solani</u> en tallos de papa.	39
4.12	Resultados obtenidos al utilizar residuos de col sobre la longitud de tallos de papa . .	40
4.13	Resultados obtenidos al utilizar residuos de col sobre el porcentaje de lesión causado por <u>R. solani</u> en tallos de papa	41
4.14	Resultados obtenidos al utilizar residuos de coliflor y <u>R. solani</u> sobre la longitud de tallos de papa	43
4.15	Resultados obtenidos al utilizar residuos de coliflor sobre el porcentaje de lesión causado por <u>R. solani</u> en tallos de papa	43
4.16	Medias generales obtenidas por especie para la longitud de tallos y porcentaje de lesión de <u>R. solani</u> sobre tallos de papa	44

INTRODUCCION

La papa es un tubérculo de la especie Solanum tuberosum que es originaria de la Altiplanicie del Perú y Chile; desde antes del descubrimiento de América, ya era cultivada en casi todas las pequeñas poblaciones del continente, sin embargo, no data de muchos años a la fecha en que se comenzó a cultivar en diversas zonas productoras de la República Mexicana. Actualmente se ha extendido por todas las regiones del país (SARH, 1982).

De las 43 hortalizas que se cultivan en el país, la papa ocupa el primer lugar en importancia al promediar en el quinquenio 1976-1980 una superficie cosechada de 69,941 ha. Tal cifra representa el 16.72 por ciento del total. Respecto a la producción, sobrepasa el millón de toneladas, dicho volumen es únicamente superado por la cosecha del jitomate.

Las principales entidades nacionales productoras de papa son Veracruz, Puebla, Chihuahua, Guanajuato, Sinaloa, Michoacán, México, Nuevo León, Baja California Norte, Sonora. En orden decreciente de producción Nuevo León ocupa el octavo lugar de producción nacional, se produce papa únicamente en el Municipio de Galeana, localizado al sur de la colin -

Las diferentes plagas y enfermedades que atacan al cultivo ocasionan serios daños tanto al follaje como a la raíz y más severos cuando se resienten en los tubérculos, entre las enfermedades del suelo que atacan a este cultivo se cita a Rhizoctonia solani, que constituye una de las enfermedades más comunes y graves de la papa en algunas regiones productoras, se localiza en todas las zonas paperas del país, causando fuertes pérdidas en todos los estadios de desarrollo de la planta (SARH, 1983).

En Navidad, N.L. se ha tenido siempre el problema de la costra negra de la papa, causado por R. solani el cual es considerado el problema número uno de las enfermedades del suelo, que aunque se han aplicado productos químicos al suelo y a la semilla al momento de la siembra para su control, ésta siempre se presenta, el daño más severo se observa en el tubérculo, ya que se pierde valor comercial y siempre que sea utilizado como semilla seguirá presentándose el problema.

A nivel mundial, el Centro Internacional de la Papa (CIP), (1982) reporta que R. solani es un problema latente en todos los países que cultivan papa. En el Perú se realizaron trabajos con el fin de controlar esta enfermedad determinando que los tratamientos al suelo con fungicidas, no es una manera efectiva de controlarla, además, el control biológico utilizando varios aislamientos antagónicos de Trichoderma spp, tampoco fue efectivo en pruebas de campo para el control

Así como estos estudios, se siguen buscando alternativas en la lucha contra patógenos del suelo. Recientes investigaciones han demostrado que restos de cultivos crucíferas al descomponerse en el suelo, liberan gases isothiocianatos y otros sulfatos que tienen un efecto fungicida sobre microorganismos patógenos, se ha comprobado con varios de ellos, obteniendo buenos resultados en su control; por tal motivo se persigue implementar un sistema de rotación de cultivos crucíferas con el cultivo de la papa, para lograr reducir la incidencia de esta enfermedad en la región de Navidad, N.L., por lo que el objetivo de esta investigación va encaminado a evaluar el efecto de residuos de crucíferas sobre el desarrollo de R. solani, tanto a nivel de laboratorio como de invernadero, además de conocer cuál especie crucífera es la que afecta más al patógeno.

REVISION DE LITERATURA

Los fitopatógenos del suelo causantes de las enfermedades que tienen su origen en el suelo, son uno de los principales factores limitantes en la producción de varios cultivos. Estas enfermedades se encuentran entre las más difíciles de controlar y el método de control más ampliamente utilizado ha sido el químico; sin embargo, el uso de pesticidas cada vez es más restringido debido a problemas de contaminación ambiental, salud y seguridad pública. Por estas razones es importante enfocar nuestros esfuerzos a la búsqueda de alternativas biológicas y/o ecológicas para manejar los problemas de fitopatógenos del suelo en los agroecosistemas (Zavaleta y Rojas, 1988).

Quizás en este momento sea prudente aclarar que el control biológico no debe verse como un método de extirpación que nos va a resolver todos nuestros problemas; sino que más bien, debe considerarse como parte de un programa de control integrado en el que, mediante la aplicación de diferentes métodos de control, se podría llegar a establecer un equilibrio de tal forma que las poblaciones de los fitopatógenos pudiesen ser mantenidos a un nivel en el cual el impacto económico de éstos sobre los cultivos sea mínimo (Zavaleta, 1987).

Generalidades sobre Rhizoctonia solani

El término Rhizoctonia que literalmente significa - matar raíces, fue acuñado a principios del siglo pasado por Candolle, para designar a un micelio estéril que causaba la pudrición radical en la alfalfa (Medicago sativa L.) en la que observó la formación de canchales hundidos, circulares u oblicuos, de márgenes cafés (Dixon, 1981).

Es un patógeno que se encuentra en todos los suelos y persiste bajo cultivos como parásitos de muchas plantas como saprófito en restos de cosecha (Dana, 1926).

De las diversas especies del género Rhizoctonia destaca por su importancia fitopatológica R. solani Kuhn ya que ocasiona más tipos diferentes de enfermedad a una amplia variedad de plantas, en muchas partes del mundo y bajo condiciones ambientales más diversas que cualquier otra especie - fitopatológica. Sin embargo, esta adaptabilidad es más aparente que real, ya que en gran parte es el producto de la variación de las numerosas cepas que integran a esta especie (Gormley, 1980).

A nivel nacional se encuentra atacando a muchas especies de cultivo y en varios estados productores, por ejemplo, en papa, frijol, etc., entre los más importantes en los Estados de Veracruz, Baja California Norte, Coahuila, etc. (Crispín y Campos, 1976; SARH, 1983).

Etiología

Ubicación Taxonómica

Existe cierta confusión en la taxonomía del género Rhizoctonia debido a que produce una amplia variedad de tipos de micelio, formas de esclerocios y estados perfectos. Además, muchas especies producen estados basidiales intermedios en morfología entre Heterobasidiomycetes y Homobasidiomycetes. También los basidiomycetes ofrecen, por lo general, limitadas características de clasificación, especialmente a nivel de género, lo que ha originado frecuentes cambios, como prueba de esta inestabilidad taxonómica, podemos mencionar el hecho de que el estado perfecto o basidial de R. solani ha sido incluido en los géneros siguientes: Hypochnus (Prillieux y Delacroix, 1981), Corticium (Rolf, 1903), Botryobasidium (Donk, 1931), Pellicularia (Rogers, 1943), Ceratobasidium (Olive, 1957) y Thanatephorus (Donn, 1956) (Tu y Kimbrough, 1978).

Se ha determinado, además, que R. solani está integrado por un número indefinido de razas que se distinguen por sus características fisiológicas. Abundantes estudios recientes muestran que Thanatephorus cucumeris es el estado perfecto o sexual de este organismo y que tiene al menos cuatro grupos de Anastomosis (AG), por ejemplo, algunos aislamientos que se han obtenido del suelo y residuos vegetales pertenecen al tipo Praticola AG3 y sólo unos cuantos del tipo AG4 aislado de papa (Papavizas et al., 1975; Chirs

ton, 1962; Frank y Leach, 1980).

Alexopoulos y Mims (1979) clasifican a R. solani - de la siguiente manera:

Super reino	Eukaryonta
Reino	Myceteae
División	Amastigomycota
Subdivisión	Deuteromycotina
Clase-forma	Deuteroycetes
Subclase-forma	Hyphomycetidae
Orden-forma	Agonomycetales
Género-forma	<u>Rhizoctonia</u>
Especie-forma	<u>solani</u>

Características Morfológicas

Parmeter et al. (1969) mencionan que R. solani puede tipificarse en los aislamientos por las siguientes características:

- Posesión de células multinucleadas, sobre todo, - en las hifas vegetativas jóvenes.
- Presencia de un aparato esporífero prominente localizado en el septo.
- Se observa una constricción sobre las ramificaciones hifales en el punto de unión con la hifa principal y la formación de un septo en la ramificación del punto de origen.

- Se origina una ramificación cerca del septo distal de las células en las hifas jóvenes.
- Las hifas aéreas maduras son de color café.

Respecto a su estado sexual, Sims (1956) menciona que Thanatephorus cucumeris presenta basidios relativamente cortos en forma de barril y sus esterigmas rectos y firmes mientras que las basidiosporas son lisas, hialinas, de pared celular delgada y que algunos aislamientos de R. solani se pueden inducir para que produzcan el estado basidial in vitro.

Epidemiología

Habitat

R. solani puede sobrevivir en el suelo como esclerios o hifas de pared gruesa asociados con los residuos de cosecha y mediante su crecimiento saprofítico en la materia orgánica, el inóculo consiste de esclerios, micelio y basidiosporas; sin embargo, la importancia de las basidiosporas como fuente de inóculo se desconoce (Schwartz y Galvez, 1980).

Obtiene nutrientes de los materiales comunes del suelo para su desarrollo y reproducción, por lo tanto, las medidas de exclusión y erradicación no son efectivas en su manejo bajo condiciones de campo (Strobel y Mathre, 1970).

Condiciones que Favorecen la Infección

Existen evidencias experimentales en el sentido de que cuando R. solani se encuentra creciendo como saprófito en el suelo, puede ser estimulado a infectar hipocótilos y raíces jóvenes por exudados que secretan las semillas en germinación y las plántulas del hospedero (Martinson, 1965).

Bolkan (1980) menciona que la temperatura óptima del suelo para el desarrollo de canchales del hipocotilo es de 18°C, y atribuye esto a que las plantas emergen más rápidamente a altas temperaturas, escapando así de la infección, la severidad de la infección se ve influenciada por la humedad del suelo, estado nutricional del inóculo y los exudados radicales.

Infección

Con respecto a los procesos de infección, Dodman et al. (1968) reconocen las siguientes etapas en la penetración de R. solani a los tejidos del hospedero:

- Crecimiento de hifas sobre la planta
- Adhesión de las hifas a la cutícula
- Crecimiento de numerosas hifas a lo largo de las líneas de unión de las paredes fundamentales de las células epidérmicas.
- Formación de ramificaciones laterales cortas que se unen para formar una especie de almohadilla.

Etten et al. (1967) señalan que un examen histológico de las lesiones maduras en plantas de frijol revelan que este patógeno se desarrolla tanto intercelular como intracelularmente en todos los estados de maduración.

Todos los tejidos del hipocotilo se ven invadidos, pero las hifas se limitan a la lesión en la mayoría de los casos durante todo el período de patogénesis. Con respecto a la actividad enzimática, en el desarrollo de todas las lesiones se ha detectado la actividad de la endopoligalacturonasa y la celulosa, aunque la primera parece haber mostrado mayor influencia en el proceso patogénico.

Maxwell y Bateman (1967) al estudiar los cambios enzimáticos que suceden durante la patogénesis de esta enfermedad en frijol, afirman que la infección se caracteriza por una rápida limitación del tamaño de las lesiones, que pueden alcanzar su máxima extensión 36 a 40 hr después que las plántulas son inoculadas. Según estos mismos investigadores, la conversión de pectinas a pectato de calcio (un material resistente a la poligalacturonasa) alrededor de la lesión puede contribuir a limitarla. Otro factor involucrado en este hecho debe ser la inactivación de las enzimas pectolíticas del hongo al ser oxidadas por compuestos fenólicos. Finalmente, aceptan que otros procesos enzimáticos derivados de la interacción hongo-hospedero deben estar atacando simultáneamente.

Síntomas

R. solani puede producir podredumbre del pie o seca dera (damping-off), cancro del tallo, pudrición radical y pudrición de vainas, en las fases iniciales de infección del hipocotilo y las raíces, pueden formarse canchros circulares u oblongos, definidos y delimitados por márgenes color café.

Al avanzar la infección, los canchros aumentan el tamaño, se vuelven rojizos, toscos, secos y el crecimiento de la planta se retarda. Como la infección se produce en estado de plántula, en el hipocotilo de las plantas más viejas suelen formarse canchros café rojizo con bordes bien definidos, que pueden extenderse por encima de la superficie del suelo. Sobre la superficie de estos canchros y dentro de ellos se pueden formar pequeños esclerocios de color café (Bolkan, 1980).

En el tubérculo de la papa pueden presentarse manchas de dos o tres milímetros, circulares o irregulares, abultadas de un espesor de uno o dos milímetros, compuestas por tierra y micelio del hongo, adheridas al tubérculo (SARH, 1983).

Estudios Sobre la Utilización de Residuos Vegetales Contra Algunos Fitopatógenos

Una de las prácticas agrícolas que data de la época romana es la rotación de cultivos, es aún la manera más accesible y económica para erradicar ciertos patógenos del

suelo. El efecto de la rotación de cultivos no es sólo en cuanto a control de enfermedades, sino también en cuanto a fertilidad y manejo de los suelos (Bauer, 1984).

Es la búsqueda por alternativas biológicas para el control de enfermedades, se ha encontrado que la incorporación de tejidos de crucíferas y otros vegetales al suelo, ha resultado en una reducción significativa del daño de muchos patógenos como lo demuestran algunos ejemplos:

Papavizas (1966) menciona que la pudrición de la raíz del cacahuete causada por A. euteiches Drechs, puede ser reducida en el invernadero por la incorporación en el suelo de tallos, troncos y restos de hojas de crucíferas tales como repollo, col crespita, mostaza, nabo y coles de bruselas. En 1967 el mismo autor reporta que el estudio de invernadero, el tejido de la col, usada como enmienda, también reduce significativamente la pudrición de la raíz del frijol y del ajonjolí, ambos causados por Thielaviopsis basicola.

Papavizas y Lewis (1971) condujeron estudios sobre el efecto de residuos de la col y tejidos de maíz en el ciclo de vida de Aphanomyces euteiches, concluyendo que los tejidos de la col afectaban grandemente varias fases en el ciclo de vida del hongo.

Johnston y Gosben (1975), en estudios realizados con partes vegetativas de col crespita, reportaron que existen va

edad de la planta.

Villapudua y Munnecks (1986) reportan que el uso de solarización y residuos de repollo, para el control de Fusarium oxysporum f. sp. conglutinans, fue prácticamente eliminado y la enfermedad no se detectó en campo; explican que el plástico no únicamente sirve para aumentar la temperatura del suelo, sino también para atrapar los gases fungitóxicos que emanan de los residuos de repollo en descomposición.

En la Chontalpa, Tabasco, los agricultores empíricamente han desarrollado una técnica en el manejo de la Mus-tia hilachoza (Thanatephorus cucumeris) en el cultivo del frijol con la siguiente metodología: rotación maíz-frijol, asociación maíz-frijol, mayor distancia de siembra, eliminación de folíolos enfermos y asociación con arvences, en este último caso, la maleza (Euphorbia heterophylla L.) es incorporada al suelo y se cree que libera sustancias químicas que afectan al hongo (Rosado y García, 1986).

De esta misma manera, Mercado y Rosado (1986) mencionan la utilización de Cyperus rotundus L. para este mismo fin.

En Tabasco, pero en el cultivo del maíz, Maciel y García (1986) reportan en un estudio que la alternancia de las leguminosas nescafé (Canavalia ensiformis) y chícharo-gandul (Cajanus cajan) tuvieron un efecto en la población de Pratylenchus sp., Aphelenchoides sp., y Psylenchus sp.

los cuales fueron abatidos con la rotación de Canavalia y la población de Helicotylenchus sp. con chícharo gandul. La incidencia de Pythium sp. y Rhizoctonia fue reducida por las rotaciones de chícharo gandul y descanso al suelo.

Bible et al. (1980) mencionan la influencia de la estación, irrigación y época de siembra en el contenido de iones tiocianatos (-SCN) en crucíferas, así lo demostraron en un análisis de 14 cultivos de crucíferas (Brassica oleracea L. capitata) que los cultivares de madurez tardía tuvieron mayor contenido de iones tiocianatos que los de madurez temprana.

Mecanismo de Control

Linderman (1970) en un estudio realizado cita que las plantas residuales y la descomposición de sus productos son componentes importantes del suelo; residuos de hortalizas agregados al suelo arable con sus hojas y raíces influyen directa e indirectamente los componentes del suelo, incluyendo los fitopatógenos del suelo.

Los productos agregados al suelo frecuentemente estimulan respuestas biológicas y sirven como balance en las poblaciones del suelo.

Otro punto de vista lo mencionan Kundu y Nandi (1985) que con la incorporación de tejidos vegetales al suelo, la relación C/N se incrementa y las poblaciones del hongo en estudio (R. solani) decrece con el subsiguiente incremento

de bacterias y actinomicetos,

Huber y Watson (1970) reportan que los patógenos de las plantas existentes en el suelo después de la introducción de parásitos facultativos inoculados en residuos de hortalizas, produce que los patógenos ya existentes ataquen después de haber creado resistencia a los patógenos iniciantes.

Zavaleta (1987) cita que en general son dos hipótesis que más frecuentemente se han sugerido para explicar la efectividad de los modificadores o enriquecedores orgánicos en el control de fitopatógenos del suelo: 1) los productos de descomposición que resultan durante la degradación de los residuos en el suelo, tienen un efecto nocivo sobre los patógenos. 2) Se incrementan las poblaciones de organismos antagonistas a los fitopatógenos del suelo.

Estas hipótesis pueden involucrar, según Papavizas y Lumsden (1980), los siguientes aspectos:

- a) Estimulación de la germinación, seguida por lisis, lo cual reduce el número de propágulos.
- b) Inactivación temporal o permanente de los propágulos en el suelo.
- c) Inmovilización de nitrógeno y otros nutrientes, lo cual favorece la competencia.

- d) Servir como base alimenticia o substrato para la producción de materiales nocivos (tanto volátiles como no volátiles) a los fitopatógenos.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del Area de Estudio

El presente trabajo se realizó en Laboratorios del Departamento de Parasitología e invernaderos de la UAAAN, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, del 25 de marzo de 1987 al 15 de agosto de 1988; localizado a siete kilómetros al sur de la Ciudad de Saltillo, sobre la carretera a Zacatecas. Sus coordenadas geográficas son 25°21' de latitud norte y 101°00' de longitud oeste, con una altitud de 1743 msnm.

Descripción de los Estudios Realizados

Estudios de Laboratorio

Esta etapa de la investigación consistió de tres períodos de crecimiento de las crucíferas: 40, 80 y 120 días.

Los géneros de crucíferas, así como las variedades utilizadas fueron los siguientes:

Brócoli (Brassica oleracea var. italica Plenck) variedad Southern comet.

Col (B. oleracea var. capitata) variedad Copenhagen market.

Coliflor (B. oleracea var. botrytis) variedad Early snow ball.

El patógeno estudiado fue Rhizoctonia solani, el cual fue aislado de tubérculos de papa y multiplicados en medio de cultivo PDA (papa-dextrosa-agar).

El 25 de marzo de 1987 se sembraron 100 semillas de cada especie crucífera, en camas de invernadero que contenían suelo previamente esterilizado con bromuro de metilo, para evitar la presencia de otros patógenos que pudieran interferir en el estudio.

El riego y la aplicación de insecticidas fueron realizados cada vez que se requirió de ellos.

El primer período de evaluación fue realizado cuando las especies tenían 40 días de germinadas, se tomaron plantas al azar de cada especie crucífera y procesadas en el laboratorio, se lavaron con agua natural para eliminar impurezas, posteriormente se cortaron en partes (raíz, tallo y hojas), se registró el peso de cada parte y se desinfectaron en una serie de soluciones, hipoclorito de sodio al cinco por ciento, durante 10 minutos; alcohol al 70 por ciento, por 10 minutos y por último, en agua destilada estéril.

En una licuadora desinfectada con cloralex al seis por ciento y alcohol 96 por ciento, se licuó cada una de las partes en 100 mililitros de agua destilada estéril, se

filtraron y fueron colectados en un vaso de precipitado; a partir de esta solución de extracto, se tomaron las siguientes cantidades para obtener las diferentes dosis en partes por millón (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1. Diferentes cantidades de extractos utilizados - para obtener las concentraciones en partes por millón. UAAAN 1988.

Tratamientos	ppm	ml de extractos de crucíferas en 75 ml de PDA
I	0.0	0.0
II	500	0.375
III	1000	0.750
IV	1500	1.125
V	2000	1.500

Cada cantidad de extracto fue mezclado en 75 mililitros de PDA, posteriormente fueron vertidos en tres cajas de Petri por dosis, se dejó enfriar y se inoculó con un disco de dos milímetros de diámetro, de una cepa de R. solani. Se midió el crecimiento micelial cada 24 horas hasta que el testigo hubo llenado la caja.

Estos pasos fueron realizados para cada parte de la planta (tallos, hojas, raíz) y para cada especie (col, coliflor y brócoli) en los diferentes períodos de crecimiento de las plantas 40 y 80 días; la edad 120 días las especies no se disectaron en sus partes, el estudio se realizó utilizando toda la planta en conjunto.

El análisis de los resultados fue mediante un arreglo factorial, en diseño completamente al azar y pruebas de significancia (Duncan 0.05). Se utilizaron cinco tratamientos con tres repeticiones cada uno; las unidades experimentales fueron las cajas de Petri, y los factores evaluados fueron crecimiento radial del hongo cada 24 horas, durante seis días y posibles formaciones de esclerosios.

Estudio de Invernadero

Se realizó en los invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, de enero de 1988 a septiembre del mismo año, y consistió de dos etapas, a saber:

Primera Etapa

En enero de 1988 se prepararon los tratamientos a utilizar, que consistieron de macetas que contenían dos tipos de suelo, las características se muestran en los Cuadros 3.2 y 3.3.

Se tomaron 48 kg de cada tipo de suelo, se esterilizaron por calor en ollas de presión a 15 libras por 30 minutos; posteriormente se llenaron en bolsas de polietileno negro colocando cuatro kilogramos de suelo a cada una, éstas fueron utilizadas como macetas, y a la vez como unidades experimentales.

Otras bolsas se llenaron con igual cantidad, pero con suelo no esterilizado.

Cuadro 3.2. Reporte del análisis de suelo de Navidad, N.L.
parcela naturalmente infectada de R. solani.
UAAAN 1988.

Determinación	Contenido	Dictamen
Materia orgánica (%)	3.74	Muy rica
Nitrógeno aprovechable (kg/ha)	89.76	Rica
Fósforo aprovechable (kg/ha)	27.35	Medianamente pobre
Potasio intercambiable (kg/ha)	389.58	Rica
Reacción (pH)	7.9	Medianamente alcalino
Carbonatos totales (%)	21.5	Bajo
C.E. (milimhos/cm)	2.5	Suelo no salino
Arena (%)	36	
Limo (%)	60	Migajón limoso
Arcilla (%)	4	

Cuadro 3.3. Reporte del análisis de suelo, de parcela no cul-
tivable, libre de R. solani. UAAAN 1988.

Determinación	Contenido	Dictamen
Materia orgánica (%)	1.6	Mediano
Nitrógeno aprovechable (kg/ha)	40.14	Mediano
Fósforo aprovechable (kg/ha)	42.3	Mediano
Potasio intercambiable (kg/ha)	+421.0	Extremadamente rica
Reacción (pH)	8.3	Medianamente alcalino
Carbonatos totales (%)	17.5	Muy bajo
C.E. (milimhos/cm)	4.5	Suelo medianamente sa- lino
Arena (%)	50	
Limo (%)	34	Migajón
Arcilla (%)	16	

Rhizoctonia solani fue aislado de papa y multiplicado en cajas de Petri, con un medio de cultivo PDA.

La combinación de bolsas con suelo estéril y no estéril e incorporación de R. solani, formaron los diferentes tratamientos utilizados, como se observa en el Cuadro 3.4.

Cuadro 3.4. Muestra los diferentes tratamientos utilizados para cada especie crucífera. UAAAN 1988.

Crucífera	Suelo estéril	Hongo
Crucífera	Suelo estéril	Sin hongo
Crucífera	Suelo no estéril	Hongo
Crucífera	Suelo no estéril	Sin hongo

Preparación de Tratamientos

En las bolsas o macetas que requirieron incorporación de R. solani se procedió de la siguiente manera:

Dos cajas de Petri con cultivo de R. solani libre de contaminantes, se licuaron en 200 mililitros de agua destilada estéril, en una licuadora previamente desinfectada e incorporado en dos kilogramos de suelo estéril, se mezcló perfectamente y posteriormente se agregaron otros dos kilogramos de suelo y se volvió a mezclar, de esta manera se preparó este tratamiento.

Para las macetas donde se utilizó suelo no estéril con incorporación del hongo, éstas se llenaron directamente

ya que el suelo fue traído de una parcela naturalmente infectada y en el que se cultiva papa.

El tratamiento suelo sin esterilizar y sin hongo se utilizó únicamente para ajustar o completar el diseño experimental a utilizar, se tomó de una parcela poco cultivable y donde nunca se ha sembrado papa.

La cantidad de propágulos agregados a la maceta se cuantificó con una cámara cuenta glóbulos o hemocitómetro, se agregaron 1070 propágulos por gramo de suelo.

Las macetas fueron trasladadas al invernadero y a cada una se les incorporaron 10 semillas de col, de la misma manera fueron preparados los tratamientos para coliflor y brócoli, las variedades utilizadas fueron las mismas del estudio in vitro; una vez asegurada la germinación, se eliminaron algunas, únicamente se dejó una planta por maceta, a esta planta se le dio todo el mantenimiento requerido hasta la cosecha.

Las plantas una vez cosechadas, se arrancaron y se pusieron al sol para su secado, fueron picadas, pesadas e incorporadas a sus respectivas macetas, se agregaron 10 gramos de tejido fresco, que equivale a cinco gramos de peso seco por maceta, se cubrieron con bolsas de plástico por 15 días, para capturar posibles gases al descomponerse.

Segunda Etapa

Después de 15 días cubiertos, se destaparon y se sembró un tubérculo de papa variedad alfa, por maceta, se les proporcionaron todos los requerimientos necesarios para su desarrollo (riego principalmente), hasta 60 días, que las plantas fueron arrancadas y analizadas. Para su evaluación de daños se utilizó una escala de cero a cinco, dependiendo del número de tallos dañados, otros factores que se tomaron en cuenta fueron: peso del material fresco, longitud de tallos y número de tallos por tubérculo.

Los tratamientos testigo también fueron combinaciones de suelo estéril y no estéril, con hongo y sin hongo, pero únicamente se les sembró papa, no crucíferas.

Para el análisis de los datos se utilizó un experimento factorial en diseño completamente al azar con ocho tratamientos por especie y tres repeticiones cada uno.

RESULTADOS

Estudio de Laboratorio

Los extractos de crucíferas sobre el crecimiento micelial de R. solani reportan los siguientes datos.

Extracto de Brócoli

El extracto de esta especie a los 40 días, restringió poco el desarrollo micelial del patógeno, con un crecimiento de 31.28 mm, que representa un 76.3 por ciento comparado con el testigo que tuvo un crecimiento de 41 mm.

A los 80 días de edad, el extracto restringió más el crecimiento micelial, registrando 13.55 mm, o sea, un 34.2 por ciento de crecimiento.

A los 120 días se registró un crecimiento de 37.91 mm, que corresponde a un 92.4 por ciento del total del desarrollo del hongo; estos resultados se reflejan en la Figura 1.

Respecto a las diferentes partes de la planta, la hoja fue la que más restringió el crecimiento micelial del hongo, con un desarrollo de 15.2 mm, en comparación con el testigo que registró 40 mm, posteriormente le siguió el tallo -

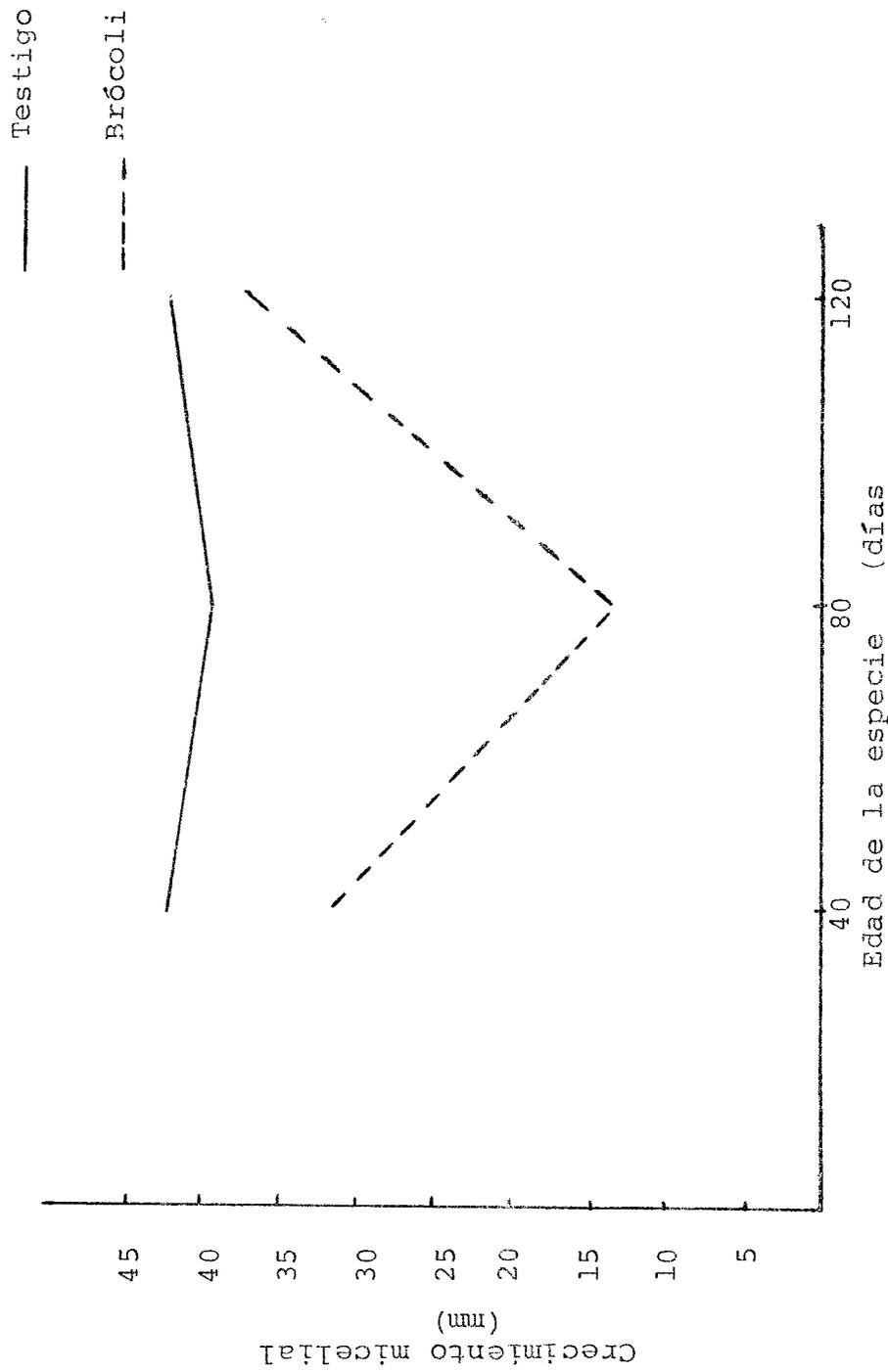


Figura 4.1. Tendencia de crecimiento micelial de R. solani expuesto al extracto de . brócoli, durante las tres etapas de crecimiento.

con 16.5 mm, la raíz con 32.9 mm y por último la planta completa, 37.9 mm de desarrollo micelial (Figura 4.2).

Extracto de Col

Esta especie, a los 40 días de edad, permitió un crecimiento micelial de 25.47 mm, expresado en porcentaje corresponde a un 62.1 por ciento, pero a los 80 días R. solani creció 27.0 mm, o sea, un 68.2 por ciento en comparación al testigo; a los 120 días el hongo creció 17.70 mm, un 43.19 por ciento del total desarrollo del patógeno (Figura 4.3).

De las diferentes partes utilizadas de la planta, la que más restringió al hongo fue el extracto de la planta completa con un crecimiento micelial de 17.7 mm, seguida del extracto del tallo (22.6 mm), extracto de la raíz (25.7) y por último el de la hoja con 28.0 mm. El testigo tuvo un crecimiento de 38.9 mm (Figura 4.4).

Extracto de Coliflor

Esta especie, a la edad de 40 días, inhibió a R. solani que tuvo un crecimiento micelial radial de 31.23 mm; a los 80 días la coliflor afectó más al patógeno, que registró un crecimiento de 2.11 mm; a los 120 días el hongo creció 15.41 mm, como se observa en la Figura 4.5.

Por otro lado, analizando el efecto de las partes de la planta, como se muestra en la Figura 4.6, sobre el desarrollo del hongo, el extracto de la planta completa fue el -

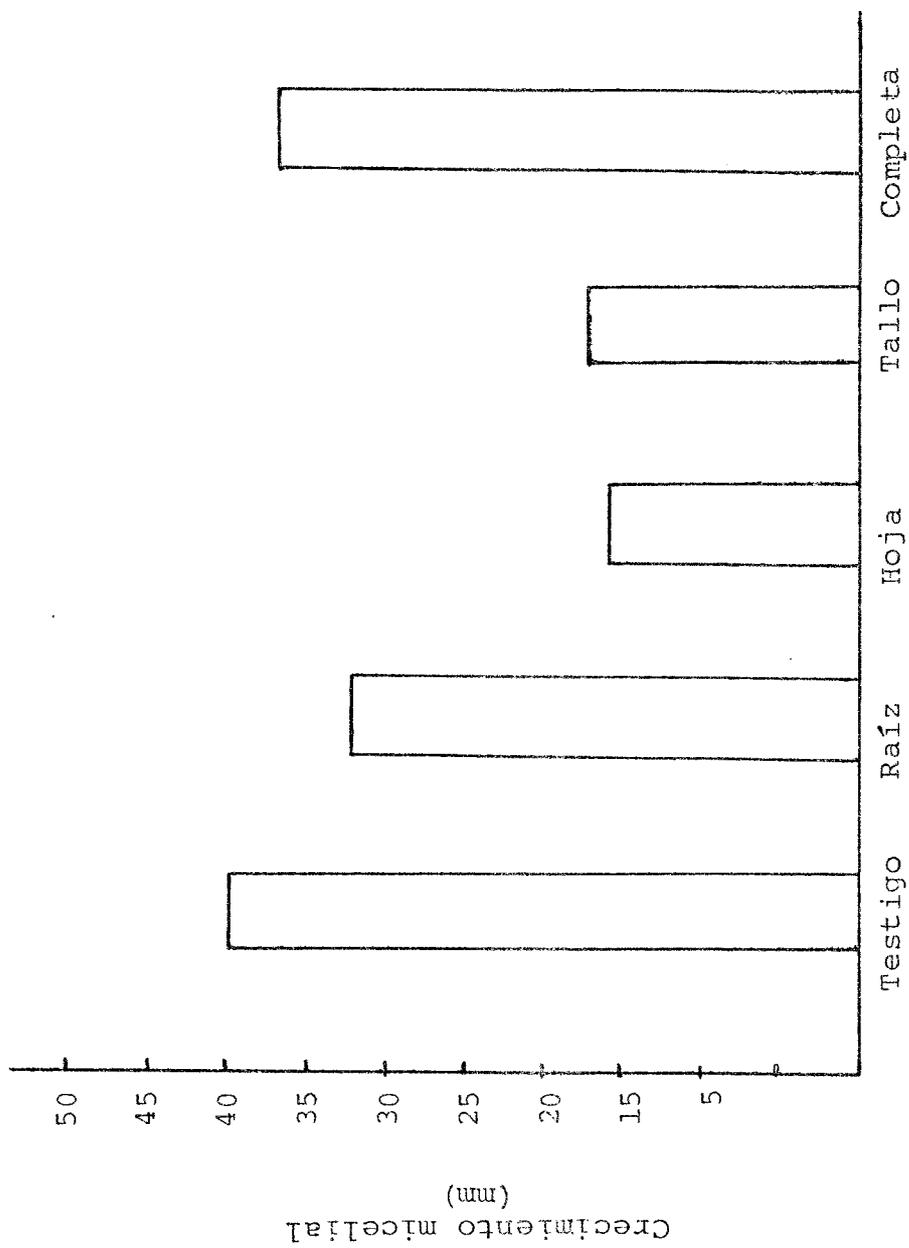


Figura 4.2. Crecimiento micelial de *R. solani*, expuesto a las diferentes partes de brócoli al final del estudio

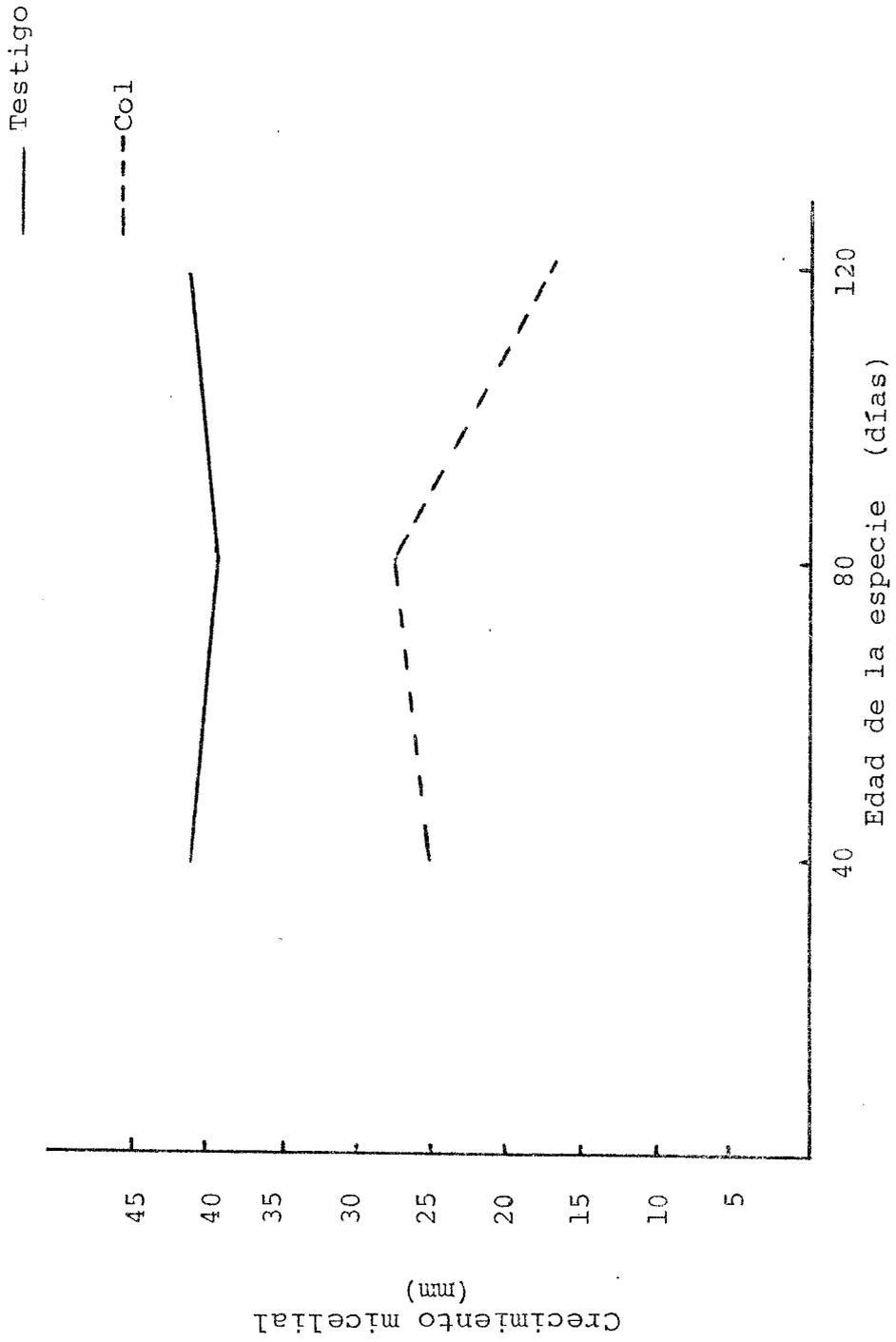


Figura 4.3. Tendencia de crecimiento micelial de R. solani, expuesto al extracto de col durante las tres etapas de crecimiento.

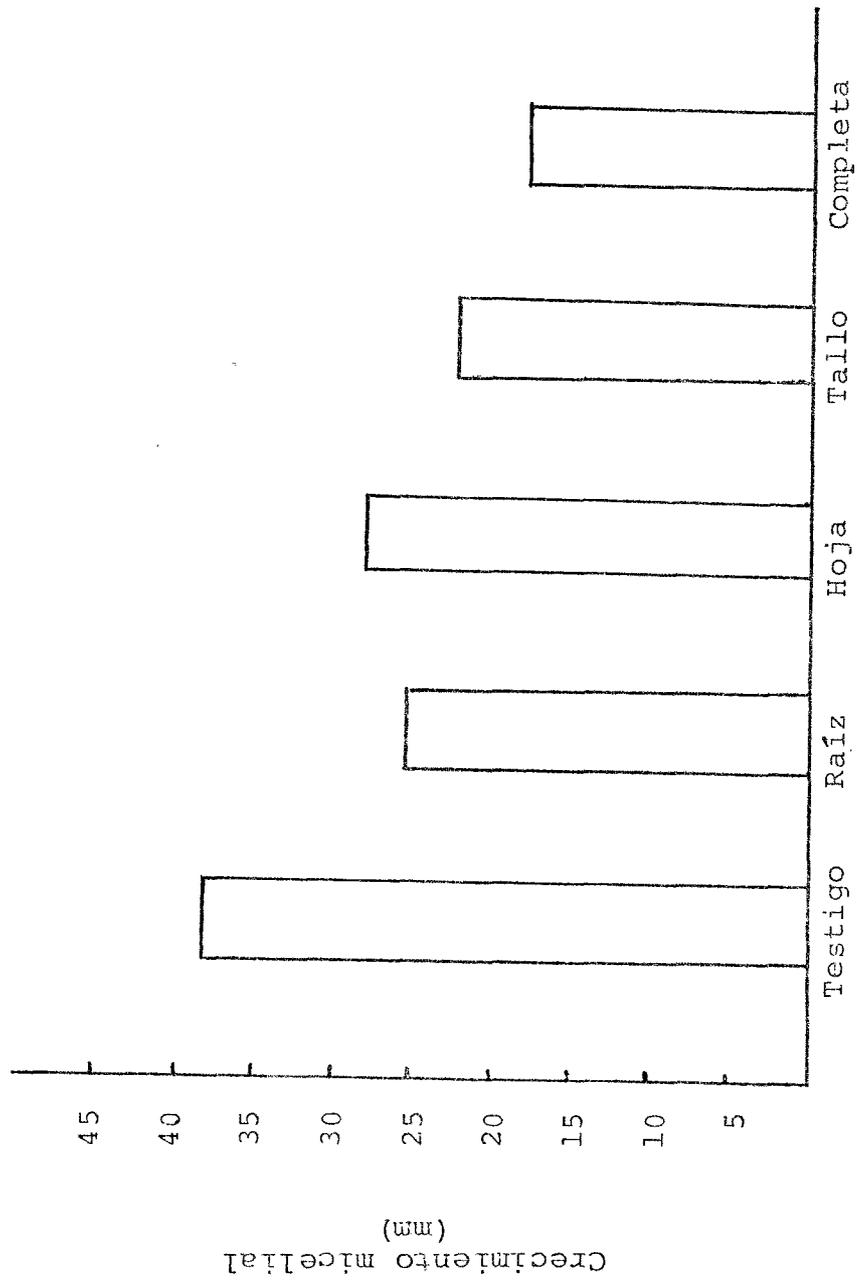


Figura 4.4. Crecimiento micelial de *R. solani*, expuesto a las diferentes partes de col al final del estudio.

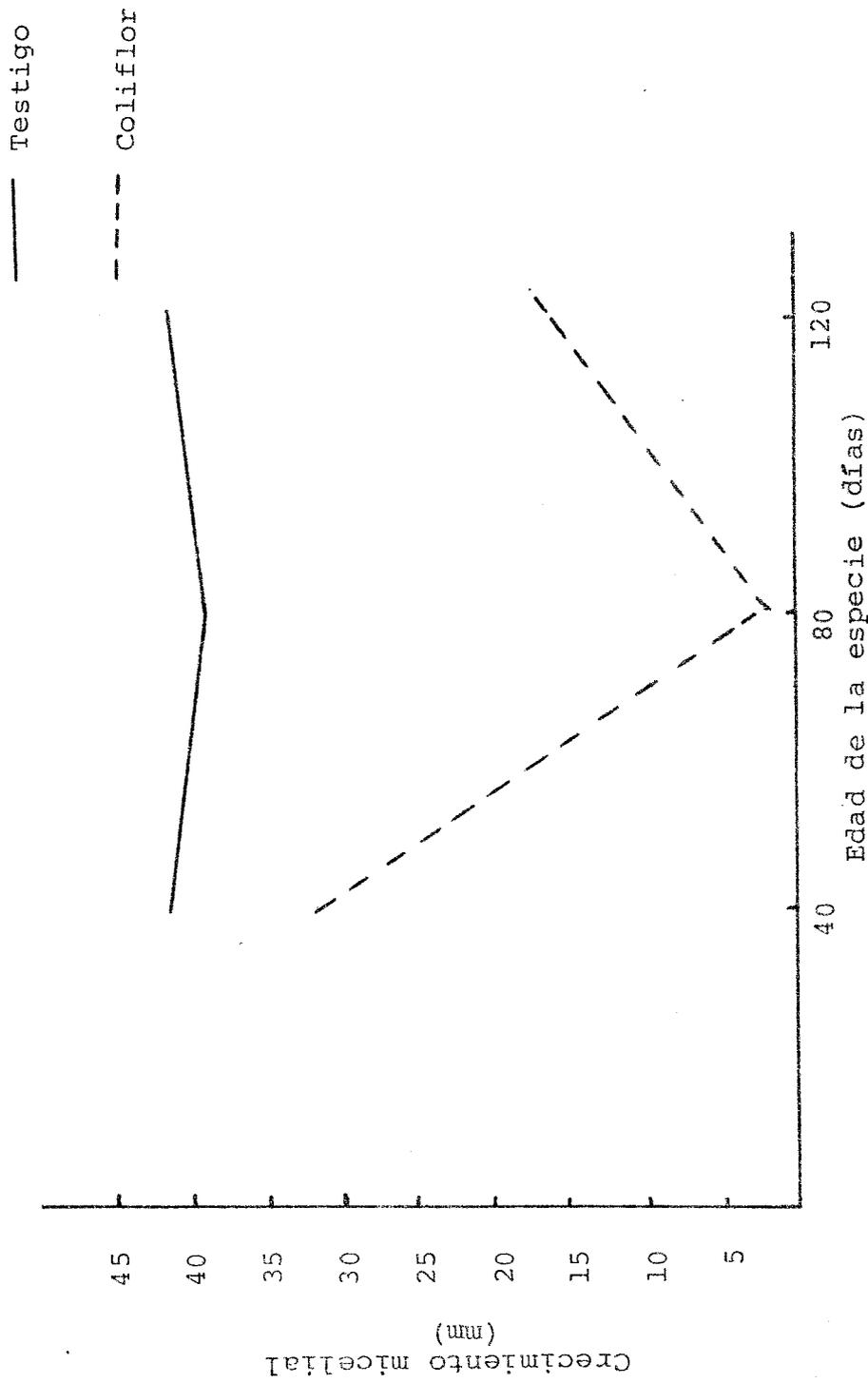


Figura 4.5. Tendencia de crecimiento micelial de R. solani, expuesto al extracto de coliflor durante las tres etapas de crecimiento.

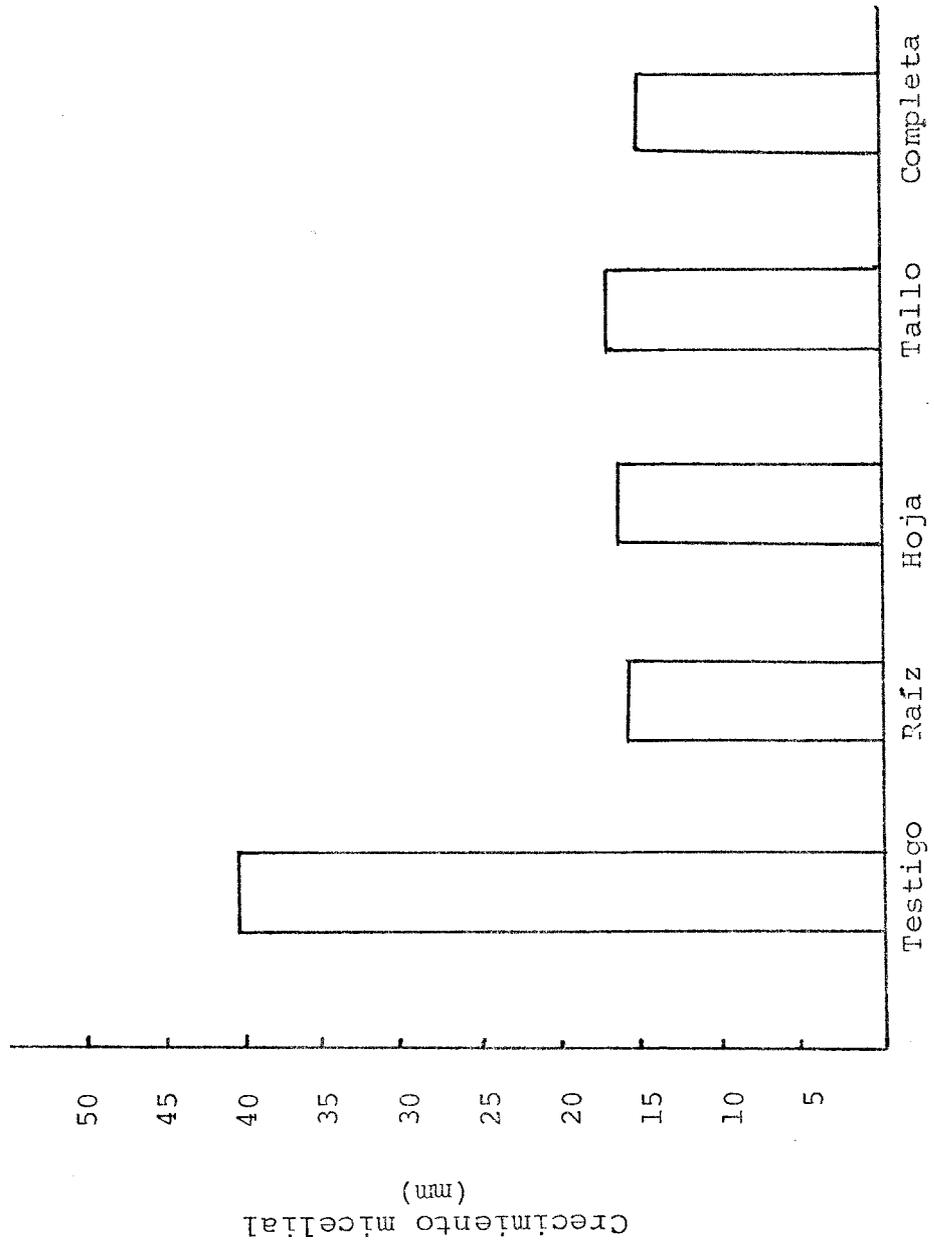


Figura 4.6. Crecimiento micelial de *S. solani*, expuesto a las diferentes partes de coliflor al final del estudio

que afectó más al patógeno, que registró un crecimiento micelial de 15.4 mm, seguido del extracto de raíz (15.5 mm), hoja (15.9 mm) y la del tallo (16.16 mm); el testigo tuvo un crecimiento de 40.51 mm.

El crecimiento del tratamiento testigo en los tres períodos de crecimiento de las plantas, tendió a ser casi constante, a los 40 días tuvo un crecimiento de 40 mm; a los 80 días, 39.5 mm; y a los 120 días, 41 mm (Figura 4.7).

En base a las dosis de extractos utilizadas, se determinó, mediante un ajuste polinomial grado tres, cuáles fueron las medidas de crecimiento de *R. solani*, y se observó que a 500 ppm el extracto permitió un desarrollo de 30 mm; a 1000 ppm, 22.8 mm; a 1500 ppm, 19.8 mm; a 2000 ppm, 21.2 mm; el testigo registró un crecimiento de 41 mm. Estos datos fueron tomados de las diferentes partes de las especies en los períodos 40 y 80 días (Figura 4.8).

Cuando se utilizaron extractos de plantas completas las dosis mediante el mismo ajuste polinomial permitieron, a 500 ppm, un crecimiento micelial de 25.9 mm; a 1000 ppm, 19.1 mm; a 1500 ppm, 18.3 mm; y a 2000 ppm, 22.9 mm. El testigo o cero concentración, permitió un crecimiento micelial de 37.5 mm (Figura 4.9).

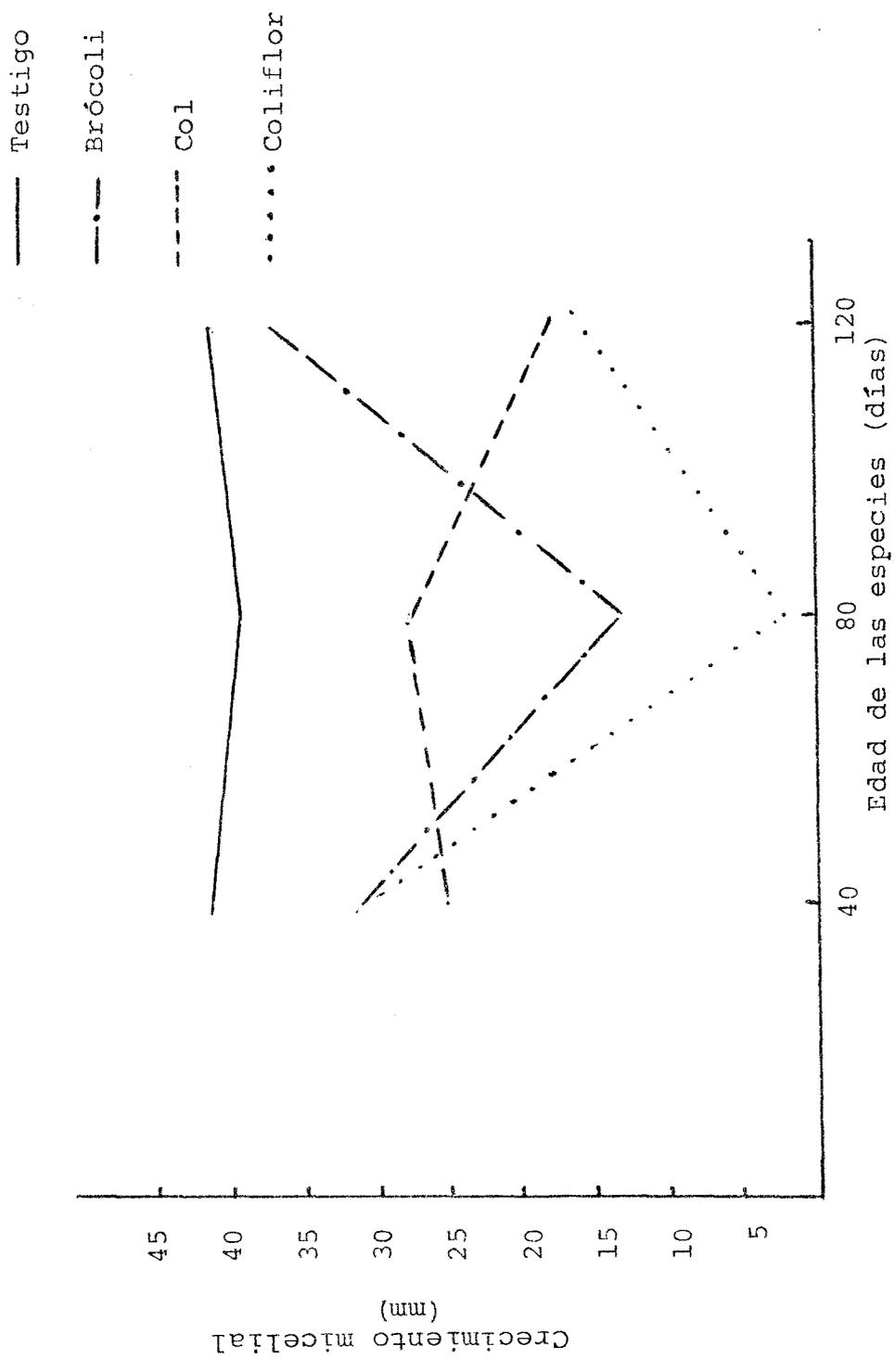


Figura 4.7. Tendencia de crecimiento micelial de R. solani, expuesto a los extractos de brócoli, col y coliflor, durante las tres etapas de crecimiento.

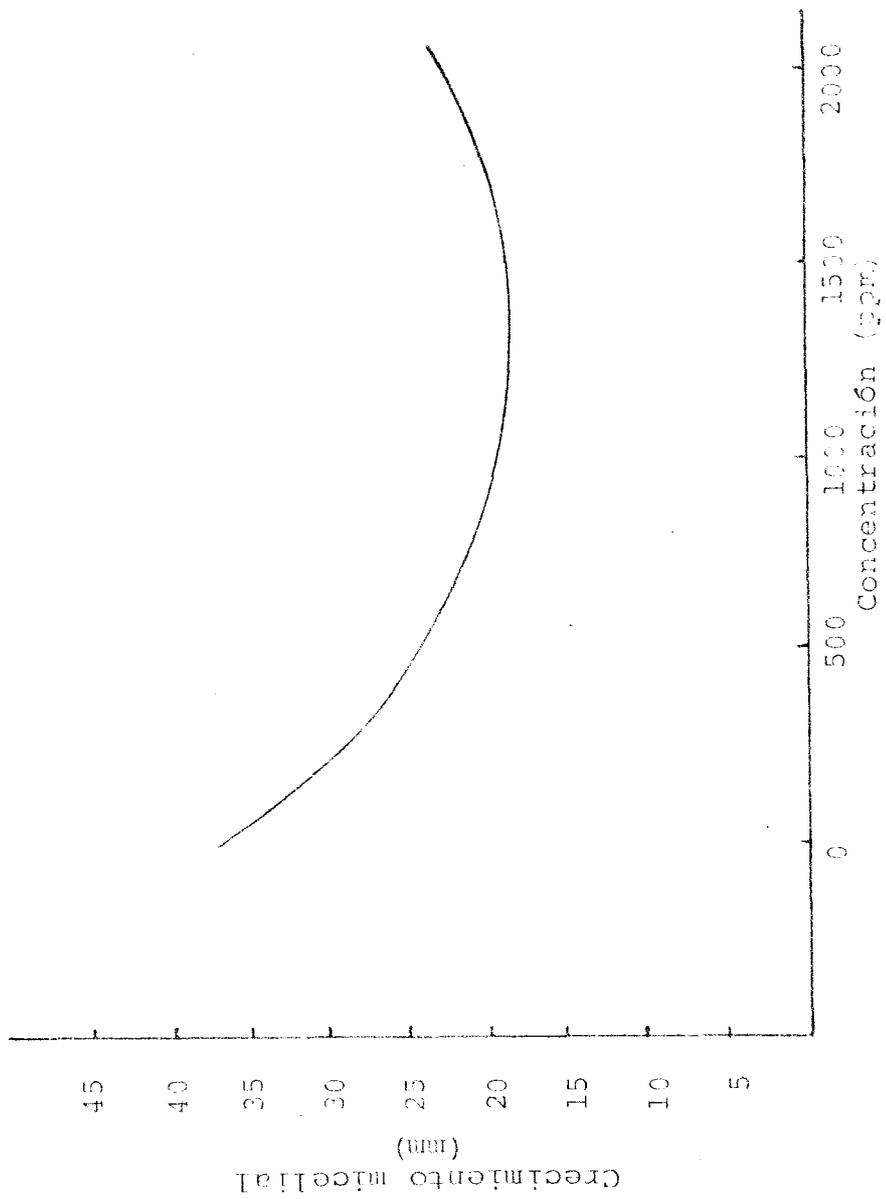


Figura 4.8. Crecimiento micelial de *R. solani*, en base a las diferentes dosis de extracto de las partes de crucíferas.

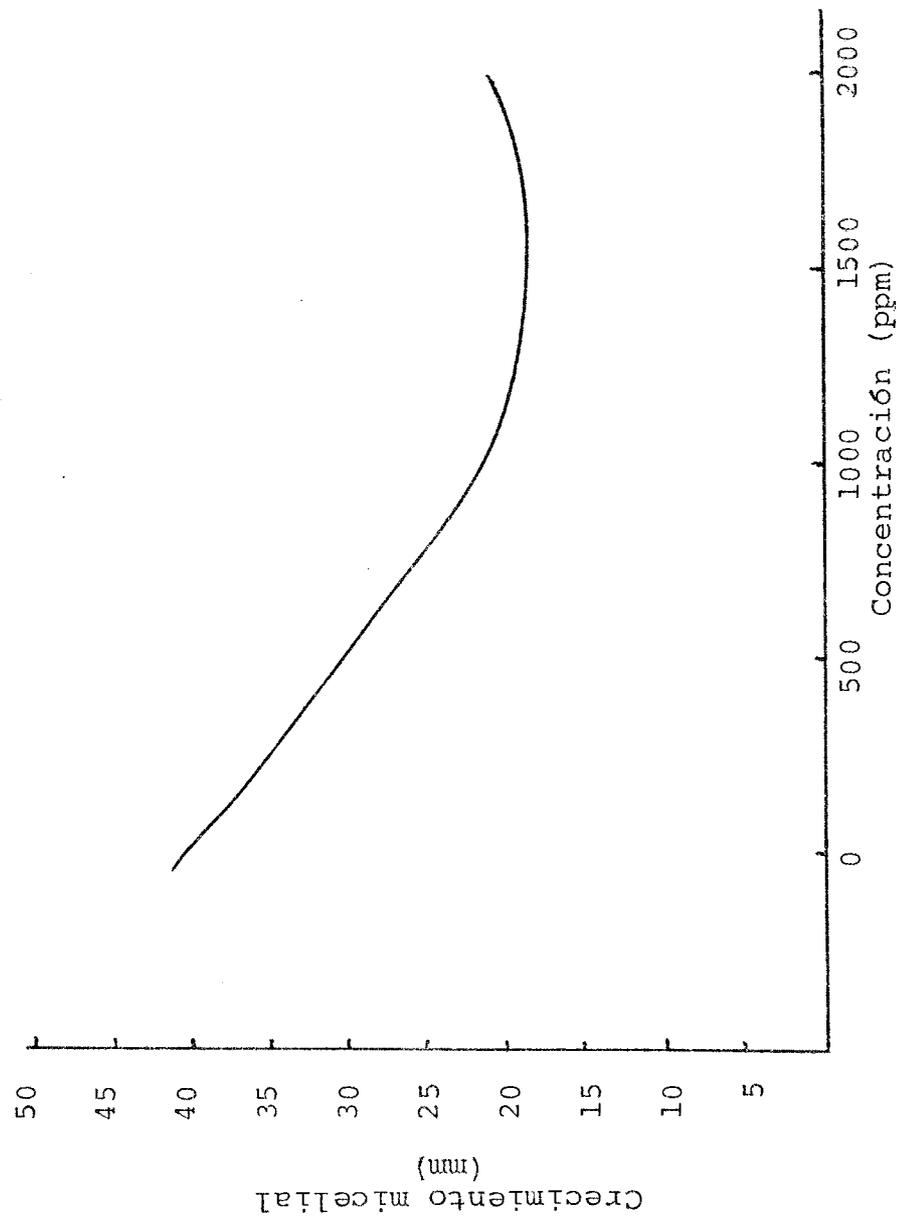


Figura 4.9. Crecimiento micelial de R. solani en base a las diferentes dosis de extracto de plantas completas.

Estudio de Invernadero

Los residuos de crucíferas incorporados al suelo de macetas, en el cual se cambió un tubérculo de papa para evaluar el efecto de R. solani, sobre la misma, se analizó de la siguiente manera.

Como ya se mencionó en el capítulo anterior, se tomaron en cuenta: longitud de tallos, porcentaje de lesión, peso del material fresco. Los tubérculos que se utilizaron como semillas tenían tamaño y peso diferentes y por consiguiente afectaron el número de tallos; debido a esta razón, únicamente se analizaron longitud de tallos y porcentaje de lesión o daño, los cuales se describen por especie a continuación.

Residuos de Brócoli

Los resultados obtenidos de la longitud de tallos de las plántulas de papa son los siguientes:

Las macetas donde se incorporó residuos de brócoli, los tratamientos suelo estéril sin hongo (SESH) registró un crecimiento de 28 cm; el del suelo estéril con hongo (SECH), 30.6 cm; los tratamientos suelo no estéril sin hongo (SNESH) midió 31.6 cm y el de suelo no estéril con hongo (SNECH), 17.3 cm.

Con respecto a los tratamientos testigo, donde no se incorporó residuos de brócoli, los tratamientos suelo estéril sin hongo y suelo estéril con hongo, tuvieron un crecimiento

esterilizó el suelo sin hongo y con hongo, tuvieron un crecimiento de 31.3 cm y 36 cm respectivamente; según la Prueba de Duncan todos los tratamientos son iguales excepto el SNECH e incorporación de brócoli. Estos resultados se pueden apreciar en la Figura 4.10.

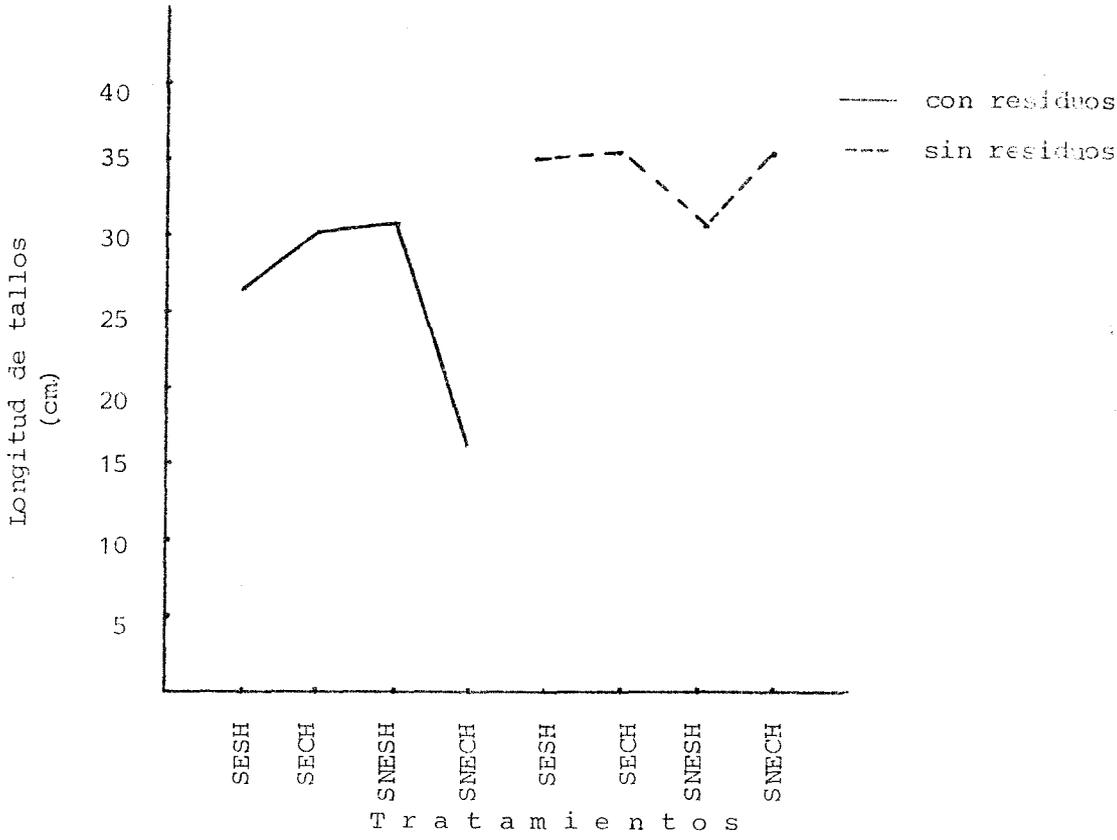


Figura 4.10. Resultados obtenidos al utilizar residuos de brócoli sobre la longitud de tallos de papa.

Los datos analizados con respecto al porcentaje de lesión o daño de R. solani sobre la papa con y sin incorporación de residuos de brócoli se concentran en el Cuadro 4.1 y en la Figura 4.11.

Cuadro 4.1. Porcentaje de daño o lesión de R. solani sobre tallos de papa, al utilizar residuos de brócoli. UAAAN 1988.

Tratamientos	\bar{x} tratamientos	Porcentaje lesión
SESH*	3.0 a	60.
SECH*	3.66 a	73.33
SNESH*	0.3 a	6.0
SNECH*	4.3 a	86.66
SESH**	0.0 a	0.0
SECH**	3.0 a	60.0
SNESH**	1.66 a	33.33
SNECH**	3.0 a	60.0

* con incorporación de residuos de brócoli
 ** sin incorporación de residuos de brócoli

Tratamientos precedidos de la misma letra, son estadísticamente iguales, Duncan (0.05)

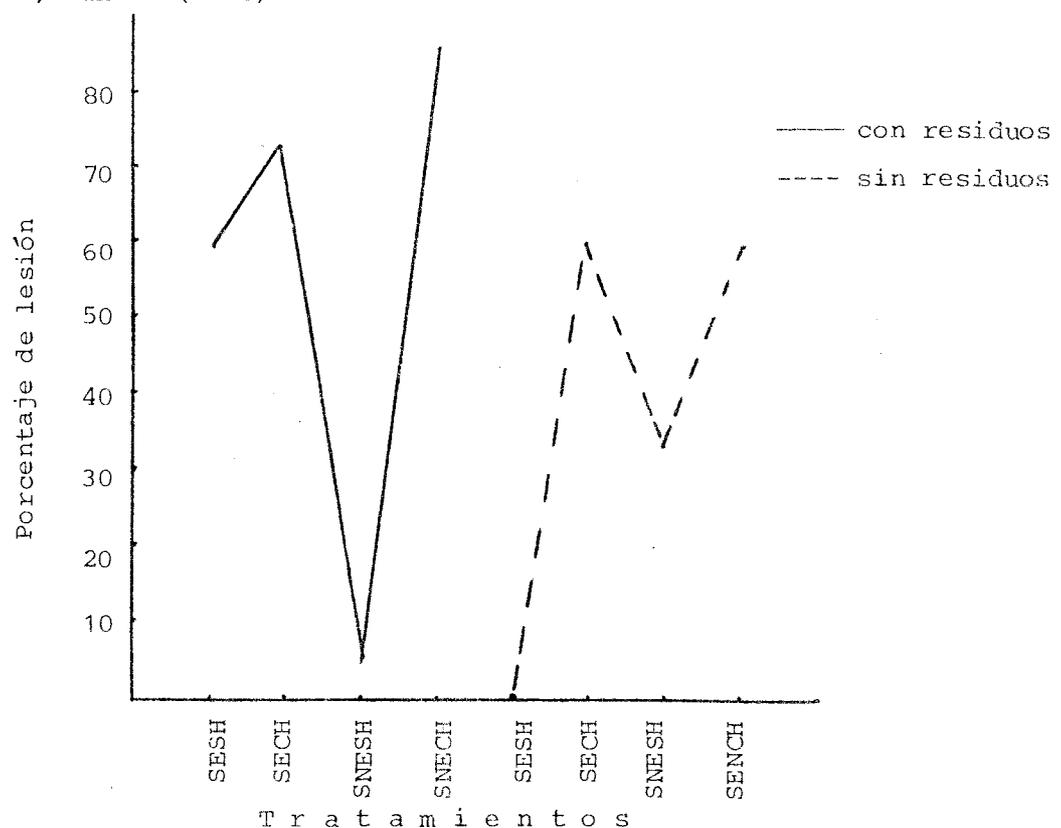


Figura 4.11. Resultados obtenidos al utilizar residuos de brócoli sobre el porcentaje de lesión causado por R. solani en tallos de papa.

Residuos de col

El análisis de los resultados al utilizar residuos de esta especie sobre el desarrollo de R. solani y la expresión de su efecto en la longitud de tallos de papa, se observa en el Cuadro 4.2 y en la Figura 4.12.

Cuadro 4.2. Resultados obtenidos del efecto de R. solani sobre la longitud de tallos de papa al incorporar residuos de col. UAAAN 1988

Tratamientos	Long. tallos (cm)
SESH*	21.66 a
SECH*	35.00 a
SNESH*	40.00 a
SNECH*	24.00 a
SESH**	35.00 a
SECH**	30.00 a
SNESH**	31.33 a
SNECH**	30.33 a

* con incorporación de residuos de col
 ** sin incorporación de residuos de col
 Tratamientos precedidos de la misma letra, son estadísticamente iguales, Duncan (0.05)

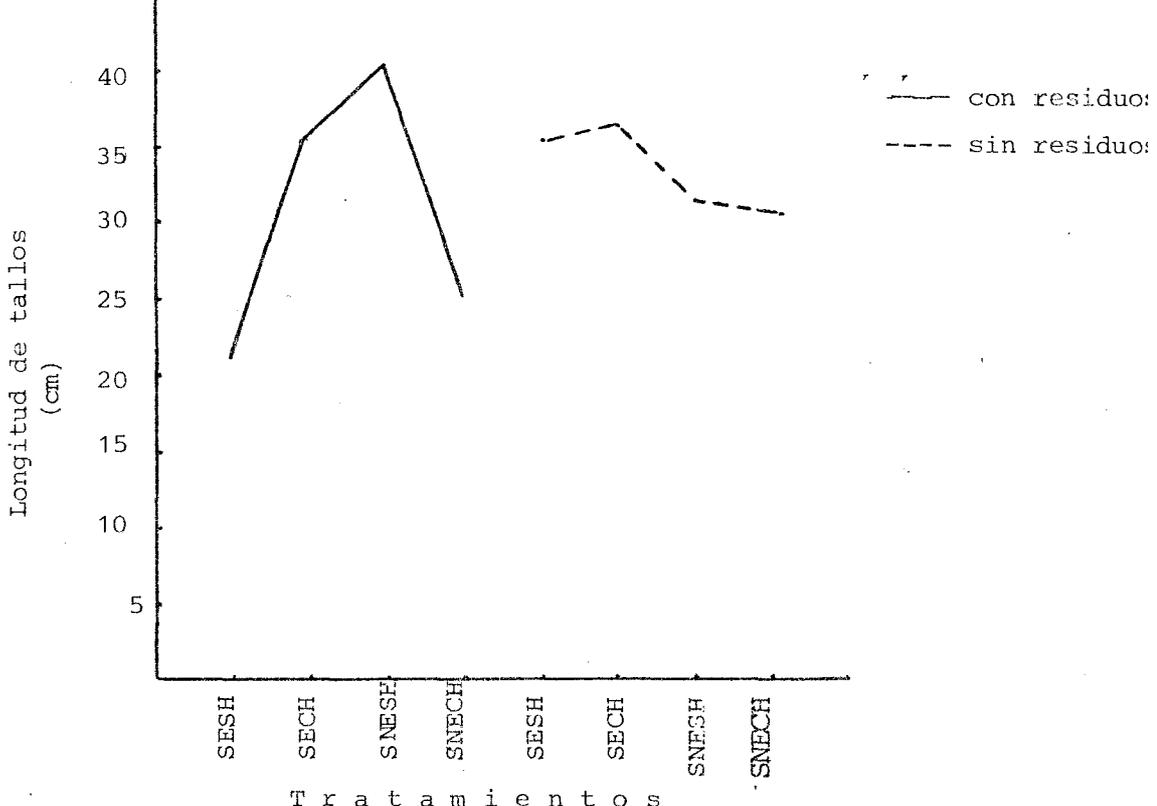


Figura 4.12. Resultados obtenidos al utilizar residuos de col

Con relación al porcentaje de lesión de R. solani en los tallos de papa al incorporar residuos de col con y sin hongo, se aprecian en el Cuadro 4.3 y en la Figura 4.13.

Cuadro 4.3. Porcentaje de lesión de R. solani sobre los tallos de papa al utilizar residuos de col. UAAAN 1988

Tratamientos	\bar{x} tratamientos	Porcentajes de lesión
SESH*	1.66 a	33.33
SECH*	2.66 a	53.33
SNESH*	1.33 a	26.6
SNECH*	3.00 a	60.6
SESH**	0.0 a	00.0
SECH**	3.0 a	60.0
SNESH**	1.66 a	33.33
SNECH**	3.00 a	60.0

* con incorporación de residuos de col
 ** sin incorporación de residuos de col
 Tratamientos precedidos de la misma letra, son estadísticamente iguales, Duncan (0.05).

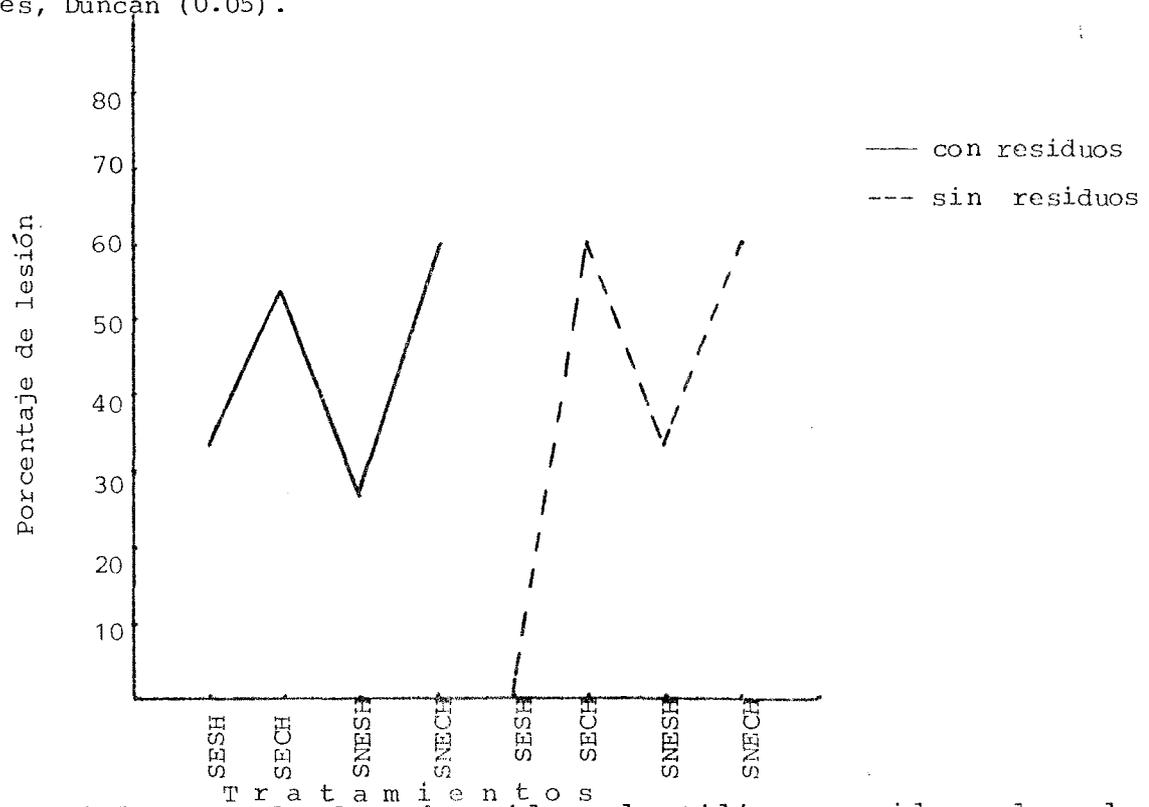


Figura 4.13. Resultados obtenidos al utilizar residuos de col sobre el porcentaje de lesión causado por R. solani en tallos de papa.

La última especie crucífera analizada fue la coliflor los resultados sobre longitud de tallo y porcentaje de lesión se concentran en el Cuadro 4.4 y 4.5, así como en la Figura 4.14 y 4.15.

Cuadro 4.4. Resultados obtenidos del efecto de *R. solani* sobre la longitud de tallos de papa al incorporar residuos de coliflor. UAAAN 1988

Tratamientos	Long. tallos (cm)
SESH*	40.0 a
SECH*	38.3 a
SNESH*	35.0 a
SNECH*	35.0 a
SESH**	35.0 a
SECH**	36.0 a
SNESH**	31.3 a
SNECH**	30.3 a

* con incorporación de residuos de coliflor

** sin incorporación de residuos de coliflor

Tratamientos precedidos de la misma letra, son estadísticamente iguales.

Cuadro 4.5. Resultados obtenidos del efecto de *R. solani* sobre el porcentaje de lesión en tallos de papa. UAAAN 1988.

Tratamientos	\bar{x} tratamientos	Porcentaje de lesión
SESH*	1.66 a	33.33
SECH*	1.66 a	33.33
SNESH*	3.0 a	60.0
SNECH*	1.66 a	33.33
SESH**	0.0 a	0.0
SECH**	3.0 a	60.0
SNESH**	1.66 a	33.33
SNECH**	3.0 a	60.0

* con incorporación de residuos de coliflor

** sin incorporación de residuos de coliflor

Tratamientos precedidos de la misma letra, son estadísticamente iguales

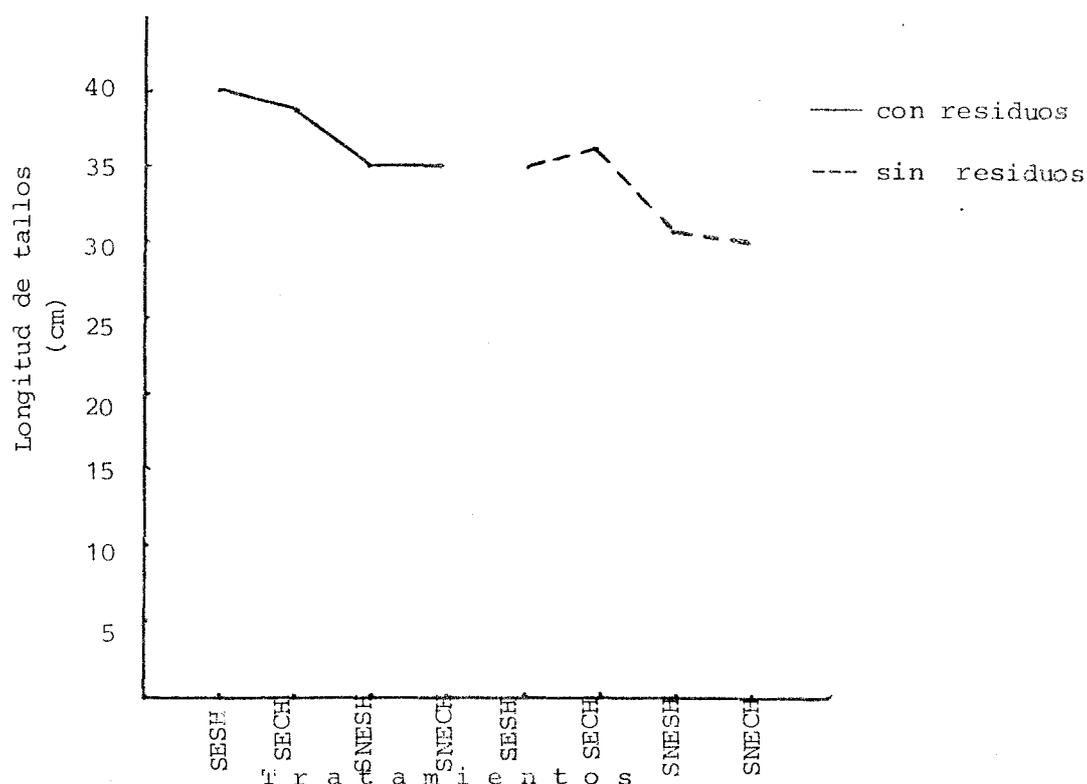


Figura 4.14. Resultados obtenidos al utilizar residuos de coliflor y R. solani sobre la longitud de tallos de papa.

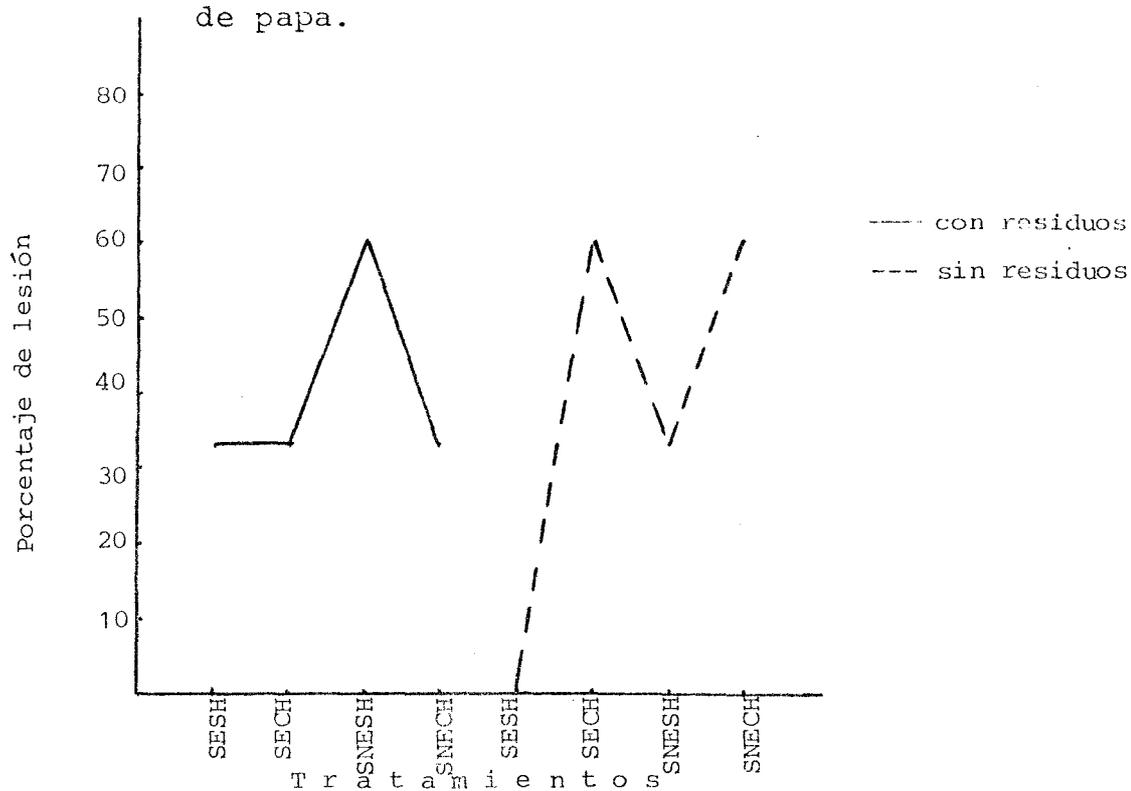


Figura 4.15. Resultados obtenidos al utilizar residuos de coliflor sobre el porcentaje de lesión causado por

Todo lo antes mencionado fue el resultado obtenido - considerando a cada especie por separado, ahora, si analizamos las medias generales de cada especie, tendremos para la longitud de tallos lo siguiente:

La especie brócoli reportó un crecimiento de 30,75 cm; la col, 31.66 cm; y la coliflor 35.12 cm

En cuanto al porcentaje de lesión, la especie brócoli tuvo un 47.5 por ciento de daño; la col, 40.83 por ciento y la coliflor 39.16 por ciento, como puede apreciarse en la Figura 4.16.

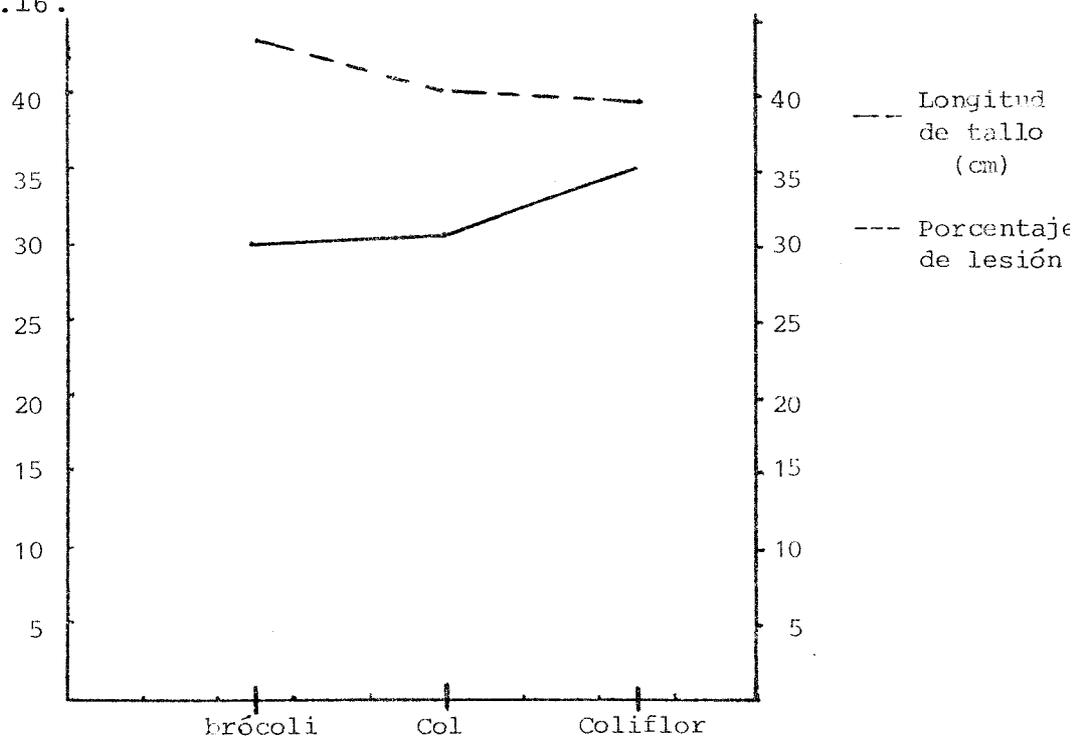


Figura 4.16. Medias generales obtenidas por especie para la longitud de tallos y porcentaje de lesión de R. solani sobre tallos de papa.

DISCUSION

Estudio de Laboratorio

El extracto de brócoli, en términos de inhibición a los 40 días, restringió un 23.7 por ciento el crecimiento del hongo; a los 80 días fue de 65.8 por ciento, a esta edad el extracto de esta especie afectó más el crecimiento del hongo. Por el contrario, a los 120 días, cuando se utilizó el extracto de toda la planta en conjunto, hubo un estímulo en el desarrollo del hongo en comparación a las otras dos edades; únicamente inhibió el desarrollo en un 7.6 por ciento.

Esta especie fue la que permitió más el desarrollo del hongo a los 40 y 120 días en comparación a las otras dos (Figura 4.7).

Con respecto a las diferentes partes utilizadas de la planta, la hoja fue la que más afectó al patógeno, posiblemente por contener mayor cantidad de compuestos tóxicos, que alteró su desarrollo.

En el análisis del extracto de col, esta especie, a los 40 días, fue la que más inhibió el crecimiento micelial de R. solani en comparación a las otras dos especies, con un desarrollo de 62.1 por ciento, o sea, solamente se inhibió el 37.9 por ciento; pero a los 80 días el extracto fue el

que afectó menos el desarrollo del hongo, con solamente el 31.8 por ciento de inhibición; a los 120 días, cuando se utilizó la planta en conjunto, hubo mayor efecto sobre el hongo en comparación a la edad de 40 y 80 días, con un 56.8 por ciento de inhibición (Figura 4.7).

La parte que más restringió al hongo fue el extracto de la planta completa, esto es muy importante ya que en condiciones normales de cultivo en campo, lo que se incorpora o se desecha, es la planta completa, después de cosechar la col. Posteriormente el tallo, raíz y hoja, en este orden, fueron los que más afectaron al patógeno.

El extracto de coliflor a los 40 días inhibió a R. solani casi al igual que el brócoli; a los 80 días esta especie fue la que más afectó al patógeno, restringiéndose su crecimiento en un 94.6 por ciento, fue el daño más drástico que se observó en todo el estudio.

Cuando se utilizó el extracto de toda la planta, el hongo también fue afectado al igual que con el extracto de col.

Aparentemente el comportamiento de R. solani difiere en cada especie, sin embargo, al analizar las medias de cada especie por la prueba de rango múltiple Duncan 0.05 por ciento de probabilidad, nos reveló que todos son estadísticamente iguales, o sea, no hay diferencia significativa en su comportamiento, tanto en los períodos de 40 y 80 días como en los de 120 días.

En el análisis de los extractos de coliflor y brócoli, estas especies mostraron mayor efecto sobre el hongo R. solani debido, probablemente, a que a esta edad contenían mayor concentración de compuestos tóxicos al patógeno, así lo demostraron Bible et al. (1980) en su estudio realizado con 10 variedades de coliflor y seis variedades de brócoli, que las especies de madurez tardía contenían mayor cantidad de iones thiocyanato en los primeros 72 días de sembrados, que las de madurez temprana, y la parte de la planta que mayor cantidad de compuestos poseían, fueron los tallos.

Con respecto a las diferentes dosis de extractos utilizados en las edades de 40 y 80 días, en donde las plantas se dividieron en partes, las concentraciones 1000 y 1500 ppm fueron las que más afectaron al patógeno; cuando se utilizaron extractos de plantas completas, las dosis 1500 y 2000 ppm fueron las más efectivas, o sea, hubo cierta tendencia de que a mayor concentración, menor crecimiento micelial. Se puede pensar que es lógico manejar en este caso, que a una mayor concentración de extracto habrá una mayor concentración de compuestos tóxicos al patógeno, pero no siempre ocurre este fenómeno, así lo demostraron López y Coronado (1988) en su estudio en el que analizaron extractos de crucíferas silvestres Eruca sativa y Sisymbrium irio y observaron que S. irio a mayor concentración hubo un mayor crecimiento de R. solani y, contrariamente, E. sativa inhibió más el crecimiento del hongo a mayor concentración.

Estudio de Invernadero

En el primer caso, donde se utilizó residuos de brócoli, y analizando los resultados de la longitud de tallos de la papa, los tratamientos SESHy SECH e incorporación de residuos de la especie, en comparación a los mismos tratamientos pero sin incorporación de residuos, los primeros tuvieron un crecimiento menor que los segundos; el tratamiento SNECH con y sin incorporación de residuos, reportaron el mismo crecimiento; por último, el tratamiento SNECH con residuos, la papa creció menos que en la maceta donde no se incorporó residuos de brócoli.

El porcentaje de lesión va aunado a lo antes descrito, o sea, en los tratamientos donde se reportó una mayor longitud de tallos de la papa, es porque tuvo un menor porcentaje de lesión, asimismo, en los tratamientos donde se reportan menor crecimiento de tallos, es debido al mayor porcentaje de lesión de R. solani.

Quizá la explicación anterior esté un poco confusa, pero en términos generales y con el conocimiento del efecto de crucíferas sobre fitopatógenos, como lo menciona Papavizas (1966) y otros investigadores, deberíamos esperar que en las macetas donde incorporamos residuos de brócoli, las plántulas de papa se desarrollarían mejor y mas que donde no incorporamos residuos y en presencia del hongo; sin embargo, con esta especie (brócoli) fue todo lo contrario, quizá la explicación más lógica sea que los residuos actuaron de una

manera fitotóxica a la papa y no fueron tan eficaces contra R. solani

En el segundo caso, donde se utilizó residuos de col, los tratamientos SESH, SECH y SNECH, las plántulas de papa - crecieron menos cuando se les incorporó residuos que sin incorporación de residuos, el porcentaje de lesión también tuvo un efecto sobre el desarrollo de la papa; a mayor desarrollo de la papa, menor porcentaje de lesión; únicamente en el tratamiento SNECH la papa tuvo un buen desarrollo.

Cabe hacer notar que en algunos tratamientos donde no se incorporó R. solani se presentó de un porcentaje de daño poco significativo, debido a que los tubérculos sembrados - posiblemente portaban residuos de esclerocios.

Como en el primer caso, el efecto de los residuos actúan de manera fitotóxica en este caso, al desarrollo de las plántulas de papa, aunque fue poco significativo, se le aunó el ataque del hongo para restringir su desarrollo.

Resultados similares obtuvieron Zavaleta y Rojas - (1988) al trabajar con residuos de col, para controlar Meloidogyne incognita en tomate.

La última especie analizada fue la coliflor, esta especie mostró mayor efecto sobre R. solani, ya que las plántulas de papa se desarrollaron más cuando a las macetas se les incorporó residuos de coliflor, que cuando no se les incorporó, además, también se redujo el porcentaje de lesión o -

daño causado por el patógeno en cuestión.

Al analizar las tres especies en forma conjunta, nos damos cuenta que la longitud de tallos va acompañado del grado de lesión, causado por R. solani y la especie crucífera - que más afectó al hongo y permitió un mayor desarrollo de la papa fue la coliflor, seguida de la col y por último el brócoli. En el estudio in vitro también se llegó a los mismos resultados.

CONCLUSIONES

- El extracto del tallo inhibió más el desarrollo micelial de R. solani, seguido de la hoja, planta completa y raíz.
- Las dosis 1000 y 1500 ppm afectaron más al hongo.
- Los extractos y residuos de coliflor fueron más eficientes, sobre el desarrollo de R. solani, posteriormente los de la col y por último los de brócoli.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue el determinar a nivel in vitro y en invernadero, el efecto directo de extractos de tres crucíferas (col, coliflor y brócoli) sobre el desarrollo de Rhizoctonia solani, patógeno problema en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.).

Como primer paso del estudio, se sembraron semillas de cada especie crucífera en invernadero en suelo esterilizado a base de bromuro de metilo. Se estuvieron tomando plantas de diferente edad (40, 80 y 120 días), se procesaron en laboratorio (desinfección, pesado y disección en hojas, tallos y raíz).

Se utilizaron extractos de cada especie y de cada parte de ellas en dosis de 0, 500, 1000, 1500 y 2000 ppm, los cuales fueron mezclados en PDA y expuestos a R. solani.

Se encontró que la dosis 1000 y 1500 ppm fueron las que más inhibieron el desarrollo del patógeno y de las partes, el tallo afectó más el desarrollo del mismo hongo.

Respecto al estudio de invernadero, se utilizaron residuos de cada especie (5 g peso seco) por cada maceta (4 kg

determinar el posible efecto de éstos sobre el hongo, mediante el análisis de daños que presentaron las plántulas de papa, con una escala de cero a cinco, que corresponde de cero a 100 por ciento.

Se determinó que de las tres especies analizadas, la coliflor afectó más al patógeno, ya que reportó un 39.16 por ciento de lesión; la col, un 40.83 de daño, y por último el brócoli, con un 47.5 por ciento de lesión. Estos resultados coincidieron tanto a nivel in vitro como en invernadero en lo referente a la especie vegetal que más afectó al patógeno

LITERATURA CITADA

- Alexopoulos, J.C. and C.W. Mims. 1979. Introductory mycology
John Wiley & Sons. 3th. ed. USA. 632 p.
- Bauer, M.L. 1984. Fitopatología. 1a. ed. Ed. Futura, S.A. Mé
xico. p. 318-319.
- Bible, B.B., Hak-Yoon J., and C. Chong. 1980. Influence of -
cultivar, season, irrigation and date of planting on
thiocyanate ion content in cabbages. J. Amer. Soc. -
Hort. Sci. 105(1):38-91.
- Bolkan, A.H. 1980. Las pudriciones radicales. En: Schwartz,
F.H. y G.E. Gálvez (Ed.). Problemas de producción -
del frijol. Centro Internacional de Agricultura Tro-
pical (CIAT). Cali, Colombia. 310 p.
- Centro Internacional de la Papa. 1982. Informe anual del CIP
Lima, Perú. p. 117-119.
- Crispín, A. and J. Campos. 1976. Bean diseases of importance
in Mexico in 1975. Plant Dis. Repr. 60:634-635.
- Christon, T. 1962. Penetration and host parasite relation -
ships of R. solani in the bean plant. Phytopathology
52:381-389.
- Dana, B.F. 1926. The Rhizoctonia disease of potatoes. Ameri-
can Potato Journal. 3:34-35.
- Dixon, G.R. 1981. Vegetable Crop disease. MacMillan Publishe
LTD. Hong Kong. 404 p.

- Dodman, R.L., K.R. Barker and J.C. Walker. 1968. Modes of penetration by different isolates of R. solani. *Phytop.* 58(1):31-33.
- Etten, H.D., D.P. Maxwell and D.P. Bateman. 1967. Lesion maturation, fungal development and distribution of endopolygalacturonase and cellulase in Rhizoctonia infected bean hypocotyls in relation to lesion maturation. *Phytop.* 57(2):132-136.
- Frank, J.A. and S.S. Leach. 1980. Comparison of tuberborne and soilborne inoculum in the Rhizoctonia disease of potato. *Phytop.* 70:51-53.
- Gormley, J.P. 1980. Determinación de la patogenicidad de dos cepas de Rhizoctonia solani Kuhn en cuatro hospederos bajo condiciones de laboratorio durante la primavera, verano y otoño de 1979. Tesis profesional ITESM. México. 68 p.
- Huber, D.M. and R.D. Watson. 1970. Effect of organic amendment on soil-borne plant pathogens. *Phytop.* 60(1):23-26.
- Johnston, T.D. y F.A. Gosben. 1975. Thiocyanate in forage kale (Brassica oleracea L.) *Euphytica.* 24:233-235.
- Kundu, P.K. and B. Nandi. 1985. Control of Rhizoctonia of Cauliflower by competitive inhibition of the pathogen using organics amendments in soil. *Horticultural Abstracts.* Vol. 56, No. 6
- Linderman, R.G. 1970. Plant residue decomposition products and their effects on host roots and fungi to root. *Phytop.* 60:19-21.
- López, E.R. y A. Coronado L. 1988. Análisis de extractos de crucíferas silvestres sobre el crecimiento micelial de R. solani in vitro. *Memorias XV Congreso Nacional*

- Maciel, I.D. y E.R. García. 1986. Efecto de la siembra previa de tres leguminosas tropicales sobre el cultivo del maíz y sus fitopatógenos del suelo. *Rev. Mex. Fitopatología*. 4:98-108.
- Martinson, C.A. 1965. Formation of infection cushions by R. solani on synthetic film in soil. *Phytop.* 55(2):129.
- Maxwell, D.P. and D.F. Bateman. 1967. Changes in the activities of some oxidases in extracts of Rhizoctonia infected bean hypocotyls in relation to lesion maturation. *Phytop.* 57(2):132-136.
- Mercado, J.F. y F.J. Rosado. 1986. Efectos de compuestos orgánicos liberados por *Cyperus rotundus* L. sobre el crecimiento del hongo R. solani K. Memorias VI Reunión Nacional de Fitopatología. 55 p.
- Papavizas, G.C. 1966. Suppression of Aphanomyces root of peas by cruciferous soil amendments. *Phytop.* 56:1071-1075.
- _____. 1968. Survival of root-infecting fungi in soil. Effect of amendments on bean root rot caused by Thielaviopsis basicola and on inoculum density of the causal organism. *Phytop.* 58:421-428.
- Papavizas, G.C. and J.A. Lewis. 1971. Effect of sulfur containing volatile compounds and vapor from cabbage decomposition on Aphanomyces euteiches. *Phytop.* 61:208-214.
- Papavizas, G.C. and R.L. Lumsden. 1980. Biological control of soil-borne fungal propagules. *Ann. Rev. Phytopathol.* 18:389-413.
- Papavizas, B.C., P.B. Adams, R.D. Lumsden, J.A. Lewis, R.L. Dow, W.A. Ayers and J.G. Kantzes. 1975. Ecology and epidemiology of R. solani in field soil. *Phytop.* 65(8):871-877.

- Parmeter, J.R. Jr., R.T. Sherwood and W.D. Platt. 1969. -
Anastomosis growing among isolates of Thanatephorus
cucumeris. Phytop. 59(10):1270-1278.
- Rosado May, F.J. y E.R. García. 1986. Estrategias empíricas
para el control de la mustia hilachoza (Thanatephorus
cucumeris Frank) del frijol común en La Chontalpa,
Tabasco. Rev. Mex. Fitopatología 4:109-113.
- Secretaría de Recursos Hidráulicos (SARH). 1982. Análisis y
perspectivas de la producción de hortalizas en el Es-
tado de Baja California Norte. Econotecnia Agrícola
Vol. VI. p. 49-74.
-
- _____ . 1983. La papa Solanum
tuberosum L. Producción y comercialización.
Econotecnia Agrícola. Vol. III, p. 9-13.
- Schwartz, F.H. y E.G. Galvez. 1980. Problemas de producción
de frijol, enfermedades, insectos, limitaciones edá-
ficas y climáticas del Phaseolus vulgaris. CIAT. 67-
72.
- Sims, Jr., A.C. 1956. Factors affecting basidiospore develop-
ment of Pellicularia filamentosa. Phytop. 56:471-477.
- Strobel, A.G. and D.E. Mathre. 1970. Outlines of plant patho-
logy. Van Nostrand Reinhold Company. USA. 465 p.
- Tu, C.C. and J.W. Kimbrough. 1978. Systematics phylogeny of
Rhizoctonia complex. Bot. Gaz. 139(4):454-466. USA
- Villapudua, J.R. y D.E. Munnecke. 1986. Uso de solarización
y residuos de repollo para el control de Fusarium
oxysporum f. sp. conglutinans. Memorias VI Reunión
Nacional de Fitopatología. 72 p.

Zavaleta, M.E. y R.I. Rojas M. 1988. Efecto de la incorporación de residuos de crucíferas sobre fitopatógenos del suelo. I: Efecto de la incorporación de col (*Brassica oleraceae* L.) sobre *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 6(2):166-171.

Zavaleta, M.E. 1987. Modificadores orgánicos en el manejo de enfermedades radicales. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 5(2):159-168.