

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

"DETERMINACION DE LAS CONDICIONES ECOLOGICAS
DEL VALLE DE ALMOLONGA, PARA EL DESARROLLO DEL
HONGO *Plasmodiophora brassicae*, RESPONSABLE DE LA
HERNIA DE LAS CRUCIFERAS".

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

por:

NEGLI RENE GALLARDO PEREZ

En el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Junio de 1975.

PdeQ. Gude, 2.7.75

RECTOR DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Dr. Roberto Valdeavellano P.

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Ing. Agr. Carlos Estrada C.
Vocal 1o.:	Ing. Agr. Salvador Castillo O.
Vocal 2o.:	Ing. Agr. Ronaldo Prado R.
Vocal 3o.:	Ing. Agr. Carlos Aldana
Vocal 4o.:	P. Agr. Miguel Carballo
Vocal 5o.:	P. Agr. Napoleón Medina
Secretario:	Ing. Agr. Oswaldo Porres

TRIBUNAL QUE EFECTUO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Agr. Edgar L. Ibarra
Examinador:	Ing. Agr. Salvador Sánchez L.
Examinador:	Ing. Agr. Carlos Estrada C.
Examinador:	Ing. Agr. Carlos Aldana
Secretario:	Ing. Agr. Oswaldo Porres

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De acuerdo a las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado "DETERMINACION DE LAS CONDICIONES ECOLOGICAS DEL VALLE DE ALMO LONGA, PARA EL DESARROLLO DEL HONGO *Plasmodiophora brassicae*, RESPONSABLE DE LA HERNIA DE LAS CRUCIFERAS".

Con el propósito de llenar con él, el último requisito para optar al título de INGENIERO AGRONOMO en el grado de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,

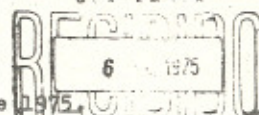
(f) Negli René Gallardo Pérez.



FACULTAD DE AGRONOMIA
Ciudad Universitaria, Zona 12.
Apartado Postal No. 1545
GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala,
5 de junio de 1975

Referencia	
Asunto	FACULTAD DE AGRONOMIA UNIVERSIDAD DE GUATEMALA



HORA
CONTESTADO:
FECHA

Sr. Decano
De la Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Carlos F. Estrada C.
SU DESPACHO.

Señor Decano:

Respetuosamente tengo el honor de dirigirme a Ud., haciendo de su conocimiento que cumpliendo con las ordenes emanadas de esa Decanatura y de la Honorable Junta Directiva de nuestra Facultad, he procedido a un estudio minucioso del trabajo de Tesis intitulado "DETERMINACION DE LAS CONDICIONES ECOLOGICAS DEL VALLE DE ALMOLONGA, PARA EL DESARROLLO DEL HONGO Plasmodiophora brassicae, RESPONSABLE DE LA HERNIA DE LAS CRUCIFERAS" presentado por el Ing. Inf. Negli René Gallardo Pérez, el cual me parece haber sido cumplido a cabalidad con la seriedad característica del sustentante, es por ello, amén de ser un trabajo que sin duda alguna da los lineamientos para que se proceda a completar un trabajo de investigación subsiguiente a éste y con ello poder dar las recomendaciones necesarias para subsanar el grave problema que aqueja a los agricultores hortícolas del Valle de Almolonga (Quezaltenango).

Por lo tanto recomiendo especialmente que esta Tesis sea publicada.

Sin otro particular, me suscribo deferentemente del Sr. Decano su Atto. y S.S.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Mario Molina Llardén
Director del Depto. Parasitología Agrícola.

MMIL/rler.

ACTO QUE DEDICO

A mis padres:

*Felipe Nery Gallardo Bonilla
Alicia Pérez de Gallardo*

A mis hermanos:

*Elsa Yolanda
Calixto Hernán
Eduardo Marcel
Amílcar Roderico
Carlos Leonel
Erwin Rafael
Ingrid Rosalina*

A mis familiares

A mi asesor:

Ing. Agr. Mario Molina Llardén

A mis padrinos de graduación:

*Dr. Jacobs Murillo
Lic. Roberto Bolaños
Lic. Olayo Benedicto Monzón*

A mis amigos y amigas.

TESIS QUE DEDICO

A mi Patria.

A la Facultad de Agronomía en sus veinticinco años de vida académica.

Al Instituto Técnico de Agricultura.

A los agricultores del Valle de Almolonga.

AGRADECIMIENTO

Quiero manifestar mi sincero agradecimiento a las siguientes personas, que colaboraron en forma desinteresada en la realización de ésta tesis: Ing. Agr. Mario Molina Llardén, Ing. Agr. Edgar Leonel Ibarra, Ing. Agr. David Monterroso, Ing. Agr. Salvador Castillo O., Dr. Federico Richter, Sacerdote Liberto Hirt, Fulgencio Garavito, José A. Zúñiga, Francisco Fausto Hernández, Roberto García Murga, Dora Dinét Monzón, Carmen Letona, Rubén Godínez, Asdrúbal Bonilla y Carlos Enrique Sierra.

Así mismo al Laboratorio de Suelos del antiguo IAN del Ministerio de Agricultura, por la realización de los análisis.

Por lo que hago público las muestras de mis sentimientos distinguidos.

CONTENIDO

1.	Introducción	1
2.	Objetivos	3
3.	Definición del Problema	5
4.	Revisión de Literatura	7
5.	Materiales y Métodos	13
6.	Resultados y Discusión	19
6.1	Cuadro No. 1	21
6.2	Cuadro No. 2	27
6.3	Cuadro No. 3	33
6.4	Cuadro No. 4	39
6.5	Cuadro No. 5	40
7.	Conclusiones	45
8.	Bibliografía	47
9.	Apéndices	51

1. INTRODUCCION

El presente trabajo es una mínima aportación a la investigación Fitopatológica, así como un modesto aporte para buscar la solución de un problema que hasta el momento las autoridades encargadas de velar por el correcto desarrollo de la agricultura no han querido encarar, sin medir las repercusiones que pueda tener para la Olericultura de las crucíferas. En la actualidad el Valle de Almolonga, del departamento de Quezaltenango, es de uso Olerícola y su población comprendida en 5551 habitantes según Censo de 1964, depende casi en su totalidad del cultivo de las legumbres.

Almolonga se encuentra a una altura de 2,251.21 metros sobre el nivel del mar, tiene una precipitación de 2,000 m.m anuales y una temperatura media anual de 15 grados Centígrados, su clima es frío húmedo seco, se encuentra a 91 grados 29' 38" longitud oeste y a 14 grados 48' 53" longitud norte; la extensión de tierra regable es de 1.92 Kilómetros cuadrados, y la extensión de tierra seca (montaña y ladera) comprende 18.08 Kilómetros cuadrados, haciendo una extensión total de 20 Kilómetros cuadrados; se encuentra limitado al norte con el municipio de Cantel y Quezaltenango, al este con los municipios de Zunil y Quezaltenango y al oeste con la cabecera departamental de Quezaltenango. El nombre del Valle deriva etimológicamente de voces mexicanas Atl = Agua; Malo = Manar la fuente; Ca = sufijo locativo, o sea lugar donde mana agua (12).

La presente investigación cubre la etapa de la determinación de las condiciones ecológicas en que el hongo *Plasmodiophora brassicae* puede desarrollar su patogenicidad, debido a que dicho patógeno ha sido poco estudiado, por cuanto, un procedimiento lógico fue el de determinar qué pasa en el Valle de Almolonga, para luego poder realizar experimentación encaminada al control, empleando los medios que con base a la experimentación sean los más adecuados.

Es conveniente hacer notar que por el abandono en que se encuentra la pequeña agricultura, por parte de las autoridades gubernamentales, la herna ha sido manejada empíricamente por quienes se dedican al comercio de los biocidas, confundiéndola con nemátodos y dando recomendaciones que ponen en peligro el

equilibrio biológico, con las repercusiones futuras que esto ocasionaría a la economía nacional, por cuanto permitirá el desarrollo de otras enfermedades que en la actualidad puedan existir en forma latente.

2. OBJETIVOS

1. Determinación de las condiciones ecológicas del Valle de Almolonga, que favorecen el desarrollo del hongo **Plasmodiophora brassicae**.
2. Cuantificar el grado de infección en todo el Valle de Almolonga, con el propósito de medir el nivel de daño.
3. Determinación de condiciones ecológicas, en aquellas zonas que producen alguna de las legumbres que pertenecen a la familia crucífera, para comprobar si son zonas potenciales para el desarrollo del hongo **Plasmodiophora brassicae**.
4. Determinación de presencia o ausencia de la hernia, en las zonas productoras de crucíferas, para comprobar si el inoculum no ha salido del Valle de Almolonga.

3. DEFINICION DEL PROBLEMA

De acuerdo a estudios realizados en otros países sobre la hernia, ésta, se ha manifestado como una enfermedad sumamente agresiva, de fácil traslado, y constituye una amenaza para el cultivo de las crucíferas en cualquier parte donde existan condiciones para su desarrollo, por tal razón ha sido objeto de cuarentena. En el Valle de Almolonga ya ha cobrado índices elevados de infección, siendo la pérdida en casos extremos, casi el total de la parcela del agricultor. También es importante hacer notar que el problema se puede extender a las demás zonas productoras de crucíferas, a través de los diversos medios de dispersión, causando un fuerte impacto en la economía del pueblo guatemalteco, así como en su dieta alimenticia; además que la infección podría estimular a la planta, para que forme sustancias de defensa contra el patógeno, que pueden causar serios trastornos en el metabolismo de quienes consumen dicho producto.

4. REVISION DE LITERATURA

El patógeno *Plasmodiophora brassicae*, responsable de la enfermedad llamada hernia o nudo de la raíz de las crucíferas, es un hongo endoparásito, cuya ubicación en la clasificación taxonómica se halla en el grupo de los mixomicetos y pertenece al orden plasmodioforales y a la familia plasmodiophoracea, siendo un hongo inferior poco estudiado.

La hernia es una enfermedad ampliamente difundida en muchos países de Europa y América, donde ocasiona serios daños a la economía. Esta enfermedad fue estudiada por vez primera en 1872 por Woronin, quien reportó que la espora infecciosa era una zoospora con un flagelo, pero en 1934, Ledingham demostró la existencia de un segundo flagelo más corto (19, 20).

CICLO BIOLOGICO DEL PATOGENO

Se inicia con la germinación de pequeñas esporas hialinas, esféricas, con diámetro hasta de cuatro micras, que salen al exterior, al romperse las membranas que las contienen. Cada espora origina una zoospora ciliada, las que poseen dos flagelos uno largo y otro corto, también presentan dos tipos de movimiento en su desplazamiento, uno por medio de sacudidas irregulares a los que sigue el reposo, y el otro es un movimiento amiboide; esta condición es la fase de resistencia del patógeno con la que puede vivir latente mientras no existe el hospedero. En el momento que hay presencia de crucíferas que son su hospedero, la zoospora busca los pelos radiculares y penetra a ellos perdiendo sus flagelos y convirtiéndose en una mixamiba, que más tarde se agruparán para formar un plasmodio haploide, que dará origen a los gametangios, para luego cada gametangio se divide en cuatro y se diferencian formando gametos, los que al salir del pelo radicular al medio exterior desarrollan nuevamente los dos flagelos y se verifica la copulación o plasmogamia para luego penetrar a la raíz perdiendo los flagelos y desarrollando internamente el cigoto, el cual sufre cariogamia, desarrollando un plasmodio diploide, que luego entra en estado acariótico para finalizar en un plasmodio que al perder

su membrana deja en libertad dentro de la célula huésped, o sea, en el luman celular, a las esporas de resistencia, que después de romper la pared celular de la planta saldrán nuevamente al medio exterior, para dar inicio a otro nuevo ciclo, el tiempo de duración de cada ciclo es de ocho días (1, 4, 19, 20).

SINTOMATOLOGIA DE LA ENFERMEDAD

Las plantas afectadas manifiestan marchitamiento y clorosis de la parte aérea, siendo más marcada en las horas de mayor intensidad solar (a medio día), también raquitismo, y cuando se arrancan su raíz se presenta con tumores, en el caso de la raíz principal este es globoso y de un diámetro de 2 a 5 centímetros, mientras que en las raíces secundarias son alargados, como consecuencia el desarrollo del eje principal queda detenido, dando lugar a la producción de numerosas raicillas anormales, largas y fibrosas.

Al principio los tumores se presentan lisos y del color normal de la raíz en su superficie, y blancos y con aspecto de queso en su interior, pero mas tarde se vuelven rugosos, y oscuros debido a que las células huéspedes sufren hipertrofia, o sea, que crecen más de lo normal, así mismo sufren hiperplasia, o sea, que se dividen aumentando el número normal de células, ocasionando un desfase con el normal desarrollo de los tejidos superficiales suberificados y, en consecuencia, se produce una descomposición prematura, debido a invasiones secundarias por parásitos degradantes, que se encuentran en el terreno, siendo uno de los principales las bacterias de la podredumbre blanda, cuya acción se hace sentir por la exhalación de un olor pronunciado a hidrógeno sulfurado (1, 4, 9, 17, 19, 20). La descomposición trae consigo la formación de sustancias tóxicas para la planta, especialmente en el coliflor y repollo (20, 21).

FORMA DE ACTUAR DEL PATOGENO

Los plasmodios se encuentran en las células corticales, donde se multiplican, y para difundirse la hacen a través de la división de

la célula huésped, la que es excesiva, por lo que toda nueva célula ya va infectada e inmediatamente se hipertrofia. Se han estudiado secciones enfermas, viéndose en ellas que los radios medulares y la corteza adquieren un grosor anormal, debido a la hipertrofia e hiperplasia que sufren, asimismo se destruyen las células esclerenquimatosas y reduce el xilema, mientras el floema aumenta proporcionalmente, esto es debido a que el tejido cortical ha emigrado hacia la zona del cambium, provocando la hiperplasia del floema y detrimento del xilema, haciendo difícil la diferenciación, influyendo esto en el retardo del crecimiento (9, 17, 19, 20).

Cuando las condiciones del medio le son adversas la espora endurece su masa plasmática, especialmente en la superficie, formándose así quistes o esclerocios que conserven latente el plasma por largo tiempo, hasta que sobrevengan condiciones favorables a su desarrollo.

Bajo la condición vegetativa presenta heliotropismo negativo, huyendo de luz y calor por provocarles desecación; pero en su estado reproductivo pueden presentar heliotropismo positivo, gozan en cambio de propiedades hidrotópicas positivas y se desarrollan por ello, en general, en los sitios en donde abunda la humedad y hay poca luz (5).

FACTORES DETERMINANTES PARA EL DESARROLLO DE LA PATOGENICIDAD

1. Abundancia o rarefacción en el ambiente de los parásitos o de sus órganos de propagación.

A mayor cantidad de población de parásitos en el ambiente que rodea a las plantas susceptibles, mayor será la probabilidad de infección (4).

2. Condiciones favorables del medio en cuanto a una humedad del suelo mayor del 50 por ciento de la capacidad de campo (condición de elevada saturación), temperatura baja comprendida de 9 a 20 grados C en el ambiente y en el suelo

de 9 a 30 grados C, humedad relativa de un 80 a 85 por ciento, p.H de 5 a 7; cuando todos estos factores llegan a conjugarse, la infección puede alcanzar un nivel del orden hasta del 100 por ciento de la población de plantas, siempre y cuando el inoculum exista en un nivel considerable de población (4, 5).

Wellman, Larson y Walker (20), trabajando con suelos arcillosos de aluvión del sudeste de Wisconsin, donde la enfermedad era frecuentemente de gran importancia en terrenos donde las enmiendas calizas habían llegado hasta tal punto, que, según los métodos corrientes de análisis, el p.H del suelo era superior a 7. Sin embargo, cuando se empleaban estos suelos en experiencias en invernadero, podían cultivar en ellos plantas, sin que apareciese la enfermedad, a pesar de los riegos diarios. Interpretaron este fenómeno suponiendo que en el campo, la zona de la rizosfera, pudiera disfrutar de un p.H más bajo que el resto del volumen de suelo, debido a la excreción de anhídrido carbónico, por parte de las raíces, que al combinarse con el ión hidrógeno proveniente del agua, forman el ácido carbónico que actúa como acidificante.

MEDIOS DE PROPAGACION DEL PATOGENO

1. Incorporación de raíces de plantas enfermas, al suelo, las que al desintegrarse dejan en libertad el inoculum (5).
2. Realización de semilleros en terrenos donde ha existido la enfermedad.
3. Transporte a través de aperos de labranza, zapatos, etc., de tierra de terrenos infectados a terrenos que son potencialmente receptivos (16).
4. El desarrollo de hospederos silvestres, dentro de los terrenos infectados; dichos hospederos son crucíferas pertenecientes a los géneros siguientes:

- a) *Raphanus* Sp. c) *Capsella bursa-pastoris*
 b) *Sinapsis arvensis* d) *Sisymbrium* Sp. (5).

5. Por su condición de zoospora se transporta a través del agua de riego (20).

MEDIOS DE LUCHA EMPLEADOS

1. Mc Laughling y Mc Lhus (1943), reportan que la *Plasmodiophora brassicae*, fue controlada con inyecciones de cloropicrina en la dosis de 3 ml por inyección a distancia de 30 centímetros, tratando el suelo en otoño para sembrar en primavera (4).
2. Empleo de semilleros libres de inoculum, para tener certeza de trasladar plantas sanas (20).
3. Empleo de desinfectantes como cloruro mercúrico a razón de una tableta en once litros de agua, pentacloronitrobenceno (Terraclor) aplicado en bandas a razón de 80 libras por acre (16, 20).
4. Quemar todas las raíces o enterrarlas (7).
5. Empleo de encalado intenso en toda la parcela, o en cada planta hasta obtener un p.H de 7.4 (7).
6. Evitar el uso de abonos ácidos como el estiércol muy descompuesto, sulfato amónico o superfosfatos (7).
7. Extirpar las crucíferas silvestres que hallan en el terreno (7).
8. Los implementos de labranza deben desinfectarse con formalina al 10 por ciento (7).
9. Aplicación de Sulfuro de carbono antes de siembra (5).

10. Aplicaciones de disoluciones muy diluidas de petróleo (5).
11. Teodoro Ferraris (5) cita que Seltenspenger experimentó, con muy buen éxito, el siguiente método. Al trasplantar las plantitas de crucíferas excavar alrededor de cada una, una foseta circular de 6 a 10 centímetros de profundidad en la cual colocar un puñado de cal viva, recubriendo después la foseta con tierra. El experimento se realizó en terreno muy infectado y los resultados fueron de un control del 100 por ciento.
12. Antes de sembrar hay que remojar las plantas en una mezcla de cal apagada y azufre (17).
13. Realizar rotación de cultivos, dejando de sembrar como mínimo crucíferas, durante seis años (16).
14. El empleo de variedades resistentes no es del todo garantizable, cuando no haya eliminación de hospederos silvestres, debido a que el hongo *Plasmodiophora brassicae* como muchos otros hongos tiene la capacidad de desarrollar nuevas razas resistentes (16).

5. MATERIALES Y METODOS

MATERIALES

1. Fotografía aérea del Valle de Almolonga.
2. Planímetro.
3. Copia heliográfica del plano de Almolonga.
4. Barreno Holandés.
5. Barreno de gusano.
6. Cámara fotográfica.
7. Psicrómetro.
8. Termómetro de temperatura ambiente.
9. Termómetro para temperatura del suelo.
10. Micrótopo de mano.
11. Microscopio.
12. Potenciómetro.
13. Cajas de cartón para muestra de suelo.
14. Cinta métrica.
15. Lápiz.
16. Libreta de notas.
17. Boletas para encuestar agricultores.
18. Bolsas de plástico.
19. Laminillas porta-objeto.
20. Laminillas cubre-objeto.
21. 10 Beacker de 150 ml.
22. 10 varillas de agitación.
23. Agua destilada y esterilizada.

METODOLOGIA

Para estudiar las condiciones ecológicas existentes en el Valle de Almolonga del departamento de Quezaltenango, y que determinan el medio óptimo para el desarrollo del hongo *Plasmidiophora brassicae*, responsable de la enfermedad de las crucíferas denominada hernia o nudo de la raíz, la metodología empleada consistió en levantar un plano del Valle de Almolonga en lo que respecta a la parte cultivada durante el verano, para esto se

hizo necesario recurrir a la fotografía aérea, donde a través de la misma se delimitó el área cultivada, y para determinar la extensión delimitada se usó planímetro, toda vez planimetrado el plano obtenido de la fotografía aérea se procedió a dividirlo en cuatro sectores numerados de uno a cuatro y cada sector se subdividió en dos sub-sectores, que fueron identificados con las letras A, B, C, D, E, F, G y H. Toda vez delimitado el plano en la forma descrita, se procedió a hacer una distribución al azar de las parcelas, que constituyeron la unidad de investigación, en las parcelas se muestreó lo siguiente:

- a) Profundidad de capa freática.
- b) Temperatura del suelo.
- c) Muestreo de suelo para análisis de fertilidad, p.H y textura.
- d) Temperatura del ambiente.
- e) Humedad relativa.
- f) Grado de infección.
- g) Determinación de p.H local.

Para la dimensión de la parcela, se tomó la usada en el lugar donde la dimensión de la cuerda es de 25 por 25 varas*, o sea, 645 varas cuadradas.

El procedimiento para el muestreo fue el siguiente:

1. Para determinar la profundidad de la capa freática se hizo una perforación en el centro de la parcela y se midió con un metro la profundidad a que se encontraba el agua freática.
2. El muestreo de suelo para fertilidad y p.H consistió en hacer perforaciones en la parcela, distribuidas convenientemente a una profundidad de 20 centímetros, el criterio empleado para el número de muestras por parcela se determinó con base al grado de infección hallado en la parcela, se tomaron de cuatro a seis muestras por parcela, lo mínimo correspondió a parcelas sin infección o a una leve infección y el muestreo

* 1 vara es igual a 0.83 Mts.

máximo para parcelas muy infectadas con 50 por ciento y más de infección.

3. El muestreo de temperatura y humedad relativa se hizo al inicio, al medio y al final del Valle; y para el muestreo de la temperatura del suelo se hizo un caminamiento en zig-zag a lo largo y ancho del Valle.
4. Para la encuesta de carácter socio-económico, el criterio de encuestamiento empleado fue el de abordar a los agricultores en el momento que trabajaban en sus parcelas.
5. El muestreo para determinar el grado de infección se realizó por un caminamiento en diagonal dentro de la parcela, contando el número de plantas sanas y enfermas, el total de plantas observadas constituyó el cien por ciento, el nivel a que se hizo este catastro fitopatológico fue de detalle, cuya magnitud comprende de 10 a 100 por ciento de muestreo, por cuanto los resultados obtenidos son significativamente confiables.

Con base a la monografía de Pinto (12), la extensión cultivada en el verano de repollo y coliflor era de 116,093.07 varas cuadradas que equivale a 104.35 cuerdas, y el muestreo se hizo al 50 por ciento del área cultivada, por lo que se exploraron 52 cuerdas distribuidas al azar en todo el Valle; para rábano y nabo la extensión cultivada era de 257,984.60 varas cuadradas que equivalen a 232 cuerdas, el muestreo fue del 10 por ciento del área cultivada, o sea, 23 cuerdas distribuidas al azar, la razón por la que el muestreo en el rábano y nabo fue del orden del 10 por ciento, se debió a que la enfermedad en el momento de efectuar la presente investigación no estaba muy difundida en estas dos legumbres.

6. Para la determinación del p.H local se optó por muestrear treinta y seis parcelas distribuidas al azar en todo el Valle, y la muestra fue tomada de la zona de la rizosfera de las plantas

enfermas, tomando de cada parcela cuatro plantas enfermas y obteniendo una muestra representativa.

También se tomó muestra de materia orgánica que los agricultores incorporan a sus parcelas como abono orgánico, la procedencia de dicho abono puede ser de las siguientes fuentes:

- a) Materia orgánica que recolectan de bosques de alizo (*Alnus jurulensis*).
- b) Las que provienen de encino (*Quercus Sp.*).
- c) Las provenientes de pino que ha sido sometido a descomposición con heces fecales de marranos.

El propósito de muestrear este material, fue para determinar su p.H y también su valor como fuente de nutrientes.

Los análisis de p.H y fertilidad del suelo a nivel de parcela, así como la materia orgánica, fueron realizados en el laboratorio del antiguo IAN del Ministerio de Agricultura. El p.H local fue analizado en Almolonga inmediatamente después de obtenidas las muestras, empleando un potenciómetro, la técnica se describe a continuación:

1. Se toman 20 gramos de suelo, después que ha sido convenientemente mezclado para homogenizar.
2. La relación con el solvente es de 1:2, o sea, que hay que poner 40 ml de agua destilada.
3. Calibración del aparato con Buffel p.H 7 y 14.
4. Se debe agitar la solución de suelo durante 30 minutos con una varilla de vidrio.
5. Después del tiempo de agitación y de haber calibrado el aparato se procede a realizar la lectura de la muestra.
6. Siempre que se analiza una muestra, los electrodos deben ser

lavados con agua destilada, y se debe después de diez muestra analizadas, calibrar nuevamente el aparato.

Para determinación de la textura las muestras fueron analizadas en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía.

Además de la investigación realizada en el Valle de Almolonga, se hizo una exploración a nivel de reconocimiento para detectar si no había la presencia del inoculum en otras áreas productoras de crucíferas, la razón de efectuar este trabajo complementario obedeció a lo siguiente:

1. Sabiendo que el hongo *Plasmodiophora brassicae*, es muy agresivo y de importancia cuarentenaria, por lo que su difusión fuera del Valle causará un gran impacto económico.
2. Para zonificar áreas que sean potencialmente receptivas para el desarrollo de la enfermedad, toda vez se presente el inoculum.

Las áreas muestreadas fueron las siguientes:

1. La Ciénega, departamento de Quezaltenango.
2. Sololá.
3. Los Encuentros, departamento de Sololá.
4. Santa Cruz Balanyá, departamento de Chimaltenango.
5. Santa Lucía Milpas Altas, departamento de Chimaltenango. *Sacatepéquez*
6. San Lucas Sacatepéquez, departamento de Chimaltenango. *Sacatepéquez*
7. El Paraíso, municipio de San José Pinula del departamento de Guatemala.
8. San Miguel Petapa, departamento de Guatemala.

El muestreo en estas zonas fue en repollo y coliflor, por ser lo cultivado en ese momento, y los datos recabados fue en cuanto a p.H, fertilidad, profundidad de capa freática, grado de infección, y temperatura media anual, humedad relativa y precipitación anual.

El procedimiento fue el empleado en el Valle de Almolonga y también acudiendo a los registros meteorológicos en los lugares donde había estaciones.

Para el análisis de los resultados, se sometieron los valores de p.H, capa freática y porcentaje de infección a la correlación no paramétrica del Coeficiente de Spearman del grado de correlación, la que no es más que, estadística de distribución libre, que no maneja parámetros, y que compara distribuciones, para esto se ordenan o se clasifican los resultados en rangos, estableciendo diferencias y aplicando la fórmula del rango de Spearman (15); también los valores se correlacionaron gráficamente para establecer un nivel óptimo, en cuanto al grado de infección respecto al p.H y capa freática.

Para el p.H local se realizó una distribución de frecuencia, para encontrar los parámetros de p.H óptimos.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

I. Los resultados de p.H, capa freática y porcentaje de infección aparecen en el cuadro No. 1, y estos valores fueron analizados a través del **coeficiente de Spearman del grado de correlación**, obteniéndose para la correlación de p.H y o/o de infección, un rango de Spearman de -0.384 y para capa freática y o/o de infección el rango fue de -0.292 ; también se plotearon los valores de p.H, capa freática y o/o de infección, para correlacionarlos gráficamente, pero la distribución de los puntos de la capa freática no manifestó ninguna tendencia por lo que no se pudo trazar curvas y buscar puntos de convergencia, que marcaran los valores críticos para p.H y capa freática respecto al o/o de infección.

Así también se reportan los valores de fósforo, potasio, calcio y magnesio, cuyos niveles casi en la totalidad de muestras analizadas, se manifiestan por arriba de los valores críticos, siendo los valores críticos los siguientes:

- a. Para fósforo de 19 a 20 microgramos por ml.
- b. Para potasio de 90 a 120 microgramos por ml.
- c. Para calcio es 12 Meq/100 ml de suelo.
- d. Para magnesio es 3 Meq/100 ml de suelo.

Por lo que las muestras que presenten en el cuadro No. 1, valor por debajo de los puntos críticos son los que requieren aumento en el suministro de fertilizante.

CUADRO No. 1

Sector	p.H	o/o Infección	Profundidad capa freática en metros	Microgramos por ml		Meq/100 ml de suelo	
				P	K	Ca	Mg
4							
Sub-sector A							
Parcela 1	6.90	8.00	0.53 Mts.	> 25	278.75	21.00	2.95
" 2	7.33	9.64	0.50 "	" 25	247.50	18.00	5.28
" 3	6.84	10.67	0.54 "	" 25	82.14	16.60	4.63
" 4	6.80	4.12	0.40 "	" 25	93.75	15.55	4.50
" 5	7.25	6.25	0.50 "	" 25	216.25	18.55	4.53
" 6	5.95	10.29	0.60 "	" 25	108.75	13.50	2.65
" 7	7.30	5.19	0.53 "	" 25	520.00	20.70	6.43
" 8	5.90	0.00	0.50 "	" 25	92.50	16.70	3.18
" 9	7.68	1.32	0.50 "	" 25	453.75	19.25	6.78
" 10	6.83	9.09	0.54 "	" 25	76.25	11.25	3.10
" 11	6.43	22.58	1.10 "	" 25	163.75	10.95	3.28
Sub-sector B							
Parcela 1	6.90	16.28	0.35 Mts.	" 25	73.75	18.00	4.63
" 2	6.80	4.35		" 25	310.75	16.20	4.78
" 3	7.33	0.00	0.40 "	" 25	255.00	25.30	5.78
" 4	7.30	20.37	0.90 "	" 25	92.50	54.95	5.35
" 5	5.73	70.00	0.55 "	" 25	253.25	10.85	2.85
" 6	6.50	0.00	0.54 "	> 25	80.00	13.50	4.28
" 7	6.20	54.39	0.40 "	= 19.44	88.75	3.90	1.13
" 8	5.70	5.68	0.46 "	> 25	56.50	12.90	3.33

(Continúa)

CUADRO No. 1

22

Sector	p.H	o/o Infección	Profundidad capa freática en metros	Microgramos por ml		Meq/100 ml. de suelo	
				P	K	Ca	Mg
Sector 3							
Sub-sector C							
Parcela 1	7.40	10.34	0.54 Mts.	> 25	280.00	16.50	5.23
" 2	7.13	7.41	—	" 25	461.25	13.95	3.70
" 3	7.08	0.00	0.31 "	" 25	76.25	15.10	4.05
" 4	6.23	0.00	—	" 23.19	256.25	7.58	3.20
" 5	6.27	17.54	0.50 "	> 25	51.67	16.17	4.17
" 6	6.95	0.00	0.50 "	" 25	117.50	11.60	3.75
" 7	7.35	8.33	0.45 "	" 25	80.00	18.80	5.83
" 8	7.20	8.97	0.35 "	" 25	45.00	12.65	3.55
" 9	7.30	0.00	0.40 "	" 25	268.75	17.15	5.30
" 10	6.93	3.26	0.30 "	" 25	193.75	17.35	3.60
" 11	7.30	25.00	0.43 "	" 25	115.00	11.30	4.78
Sub-sector D							
Parcela 1	6.05	34.58	0.60 Mts.	> 25	148.75	11.85	3.00
" 2	6.45	23.33	0.40 "	" 25	230.00	15.55	4.40
" 3	6.30	0.00	0.40 "	" 25	333.75	12.55	4.02
" 4	6.83	0.00	—	" 25	58.33	14.13	4.67
" 5	5.90	11.67	0.55 "	" 25	161.25	6.30	1.50
" 6	—	16.67	—	—	—	—	—
" 7	5.13	0.00	—	" 25	36.25	8.25	1.80
" 8	6.50	64.36	0.48 "	" 25	116.25	15.85	4.88

(Continúa)

CUADRO No. 1

Sector	p.H	o/o Infección	Profundidad capa freática en metros	Microgramos por ml		Meq/100 ml de suelo	
Sub-sector				P	K	Ca	Mg
D							
Parcela 9	6.13	0.00	0.45 Mts.	> 25	152.50	12.30	3.23
" 10	6.13	6.15	—	23.94	301.25	7.25	1.85
" 11	6.33	0.00	—	> 25	456.25	8.15	2.15
Sector 2							
Sub-sector E							
Parcela 1	6.18	8.47	—	20.25	355.00	6.40	1.88
" 2	7.93	0.00	0.35 "	> 25	186.25	13.80	5.23
" 3	6.48	9.09	—	" 25	435.00	8.80	2.85
" 4	7.23	0.00	0.15 "	" 25	80.00	17.20	5.10
" 5	6.78	35.29	0.40 "	24.63	34.17	11.00	3.20
" 6	6.63	24.00	0.40 "	> 25	80.00	14.70	4.98
" 7	6.25	0.00	0.45 "	" 25	63.75	9.45	2.53
" 8	7.88	21.05	0.35 "	" 25	151.25	12.15	3.83
" 9	6.73	0.00	0.40 "	" 25	82.50	12.13	3.67
Sub-sector F							
Parcela 1	5.93	0.00	0.45 "	" 25	157.50	12.00	3.40
" 2	6.53	32.14	0.60 "	" 25	468.75	8.15	2.63
" 3	6.15	40.63	0.80 "	" 25	224.17	11.43	2.77
" 4	6.37	50.00	0.35 "	" 25	225.00	14.67	3.95
" 5	7.66	52.56	0.40 "	" 25	80.83	11.93	4.75
" 6	6.62	62.11	0.40 "	" 25	55.83	13.60	4.02

(Continúa)

Sector	p.H	o/o Infección	Profundidad capa freática en metros	Microgramos por ml		Meq/100 ml de suelo	
Sub-sector				P	K	Ca	Mg
F							
Parcela 7	6.82	31.58	————	> 25	62.50	11.43	4.27
" 8	6.08	0.00	————	" 25	232.50	9.45	1.75
" 9	6.00	0.00	0.43 Mts.	" 25	96.25	7.70	2.93
" 10	5.98	43.21	————	" 25	271.67	6.73	1.42
Sub-sector							
G							
Parcela 1	6.65	25.44	0.35 "	22.54	235.83	6.28	4.37
" 2	6.63	34.74	0.40 "	> 25	236.67	8.48	4.18
" 3	6.13	0.00	————	" 25	283.75	16.85	2.88
" 4	7.10	50.00	0.40 "	" 25	141.25	8.45	4.15
" 5	6.60	0.00	————	" 25	325.50	9.50	2.58
" 6	5.80	5.95	————	" 25	103.75	6.53	1.83
" 7	6.55	61.11	0.40 "	" 25	287.50	10.20	3.05
" 8	5.55	44.09	0.68 "	" 25	145.00	10.03	3.22
" 9	6.25	80.00	0.30 "	" 25	247.50	12.03	2.53
" 10	7.70	10.14	————	24.88	227.50	9.30	3.98
Sub-sector							
H							
Parcela 1	6.53	6.98	————	22.56	243.75	8.05	2.50
" 2	6.48	22.58	0.60 "	17.38	111.25	6.93	2.85
" 3	6.38	38.46	1.20 "	19.33	215.83	6.70	2.53
" 4	5.57	8.96	————	> 25	105.00	6.63	1.50
" 5	5.67	32.91	0.80 "	23.04	143.33	5.13	1.20
" 6	6.23	0.00	————	23.13	231.25	14.25	4.58

(Continúa)

CUADRO No. 1

Sector	p.H	o/o Infección	Profundidad capa freática en metros	Microgramos por ml		Meq/100 ml de suelo	
				P	K	Ca	Mg
Sub-sector							
H							
Parcela 7	5.90	22.22	—	14.08	50.83	9.20	2.65
" 8	6.73	44.07	0.30 Mts.	11.96	146.67	8.30	3.60
" 9	6.28	0.00	1.00 "	> 25	133.75	8.70	2.20
" 10	6.00	19.12	—	" 25	337.50	6.70	1.65
Materia Orgánica							
Muestra 1	6.50	—	—	16.88	347.50	11.70	3.70
" 2	6.20	—	—	16.00	250.00	14.20	3.60
" 3	6.00	—	—	9.25	260.00	12.00	3.80
" 4	6.80	—	—	> 25	500.00	12.40	6.60
" 5	7.00	—	—	" 25	500.00	14.20	6.50
" 6	7.30	—	—	" 25	500.00	20.00	8.80
" 7	8.90	—	—	" 25	500.00	6.60	7.50
Lugar de muestreo							
Ciénega Grande							
Parcela 1	7.93	0.00	0.35 Mts.	> 25	57.50	18.40	8.98
" 2	7.20	0.00	0.35 "	24.13	53.75	18.60	7.03
" 3	6.10	20.29	0.45 "	> 25	135.84	7.30	2.77
Sololá							
Parcela 1	—	0.00	1.20 "	—	—	—	—
" 2	6.45	0.00	1.20 "	2.00	204.00	6.00	2.70
" 3	5.98	0.00	1.20 "	> 25	200.00	8.80	1.98
" 4	6.30	0.00	1.20 "	5.06	218.75	6.60	1.63

(Continúa)

CUADRO No. 1

26

Lugar de muestreo	p.H	o/o Infección	Profundidad capa freática en metros	Microgramos por ml		Meq/100 ml de suelo	
				P	K	Ca	Mg
Sololá							
Parcela 5	5.80	0.00	1.20 Mts.	6.60	218.00	5.64	1.54
Los Encuentros							
Parcela 1	6.25	0.00	1.20 "	0.75	247.50	11.30	0.85
Santa Cruz Balanyá							
Parcela 1	5.95	0.00	1.20 "	12.63	442.50	8.30	1.55
" 2	6.50	0.00	1.20 "	5.88	205.00	7.10	1.00
" 3	6.35	0.00	1.20 "	7.25	275.00	6.35	0.95
Santa Lucía Milpas							
Altas							
Parcela 1	6.36	0.00	1.20 "	>25	291.67	10.53	4.13
San Lucas Saca- tepéquez							
Parcela 1	6.90	0.00	1.20 "	>25	550.00	16.40	3.70
" 2	7.40	0.00	1.20 "	" 25	442.50	19.50	4.10
El Paraíso (San José Pinula)							
Parcela 1	6.00	0.00	1.20 "	20.50	227.50	7.50	1.95
" 2	5.60	0.00	1.20 "	>25	467.50	8.70	2.35
" 3	7.00	0.00	1.20 "	" 25	365.00	19.20	3.30
" 4	6.65	0.00	1.20 "	" 25	367.50	9.50	2.30
San Miguel Petapa							
Parcela 1	6.40	0.00	1.20 "	" 25	327.50	8.40	2.45

CUADRO No. 2

Análisis Estadístico no paramétrico del Coeficiente de Spearman del grado de correlación.

Rango	p.H	Rango	o/o Infección	Diferencia de Rangos	Rango	o/o Infección	Rango	Capa freática en Metros	Diferencia de Rangos
1	5.5	31	44.09	-30	1	1.32	8	0.50	-7
2	5.67	24	32.91	-22	2	3.26	1	0.30	1
3	5.70	5	5.68	- 2	3	4.12	3	0.40	0
4	5.90	14	11.67	-10	4	5.19	9	0.53	-5
5	6.05	25	34.58	-20	5	5.68	6	0.46	-1
6	6.15	29	40.63	-23	6	6.25	8	0.50	-2
7	6.20	34	54.39	-27	7	8.00	9	0.53	-2
8	6.25	38	80.00	-30	8	8.33	5	0.45	3
9	6.27	16	17.54	- 7	9	8.97	2	0.35	7
10	6.37	32	50.00	-22	10	9.09	10	0.54	0
11	6.38	28	38.46	-17	11	10.29	12	0.60	-1
12	6.43	19	22.58	- 7	12	10.34	10	0.54	2
13	6.45	20	23.33	- 7	13	10.67	10	0.54	3
14	6.48	19	22.58	- 5	14	11.67	11	0.55	3
15	6.50	37	64.36	-22	15	16.28	2	0.35	13
16	6.53	23	32.14	- 7	—	—	—	—	—
16	6.53	7	6.98	9	16	17.54	8	0.50	8
17	6.55	35	61.11	-18	17	20.37	15	0.90	2
18	6.62	36	62.11	-18	18	21.05	2	0.35	16
19	6.63	26	34.74	- 7	19	22.58	12	0.60	7
20	6.65	22	25.44	- 2	20	23.33	3	0.40	17
21	6.73	30	44.07	- 9	21	24.00	3	0.40	18
22	6.78	27	35.29	- 5	22	25.00	4	0.43	18
23	6.80	3	4.12	20	23	25.44	2	0.35	21

(Continuación)

CUADRO No. 2

28

Rango	p.H	Rango	o/o Infección	Diferencia de Rangos	Rango	o/o Infección	Rango	Capa freática en Metros	Diferencia de Rangos
24	6.83	11	9.09	13	24	32.11	12	0.60	12
25	6.84	13	10.67	12	25	32.91	14	0.80	11
26	6.90	8	8.00	18	26	34.58	12	0.60	14
27	6.93	2	3.26	25	27	34.74	3	0.40	24
28	7.10	32	50.00	— 4	28	35.29	3	0.40	25
29	7.20	10	8.97	19	29	38.46	16	1.20	13
30	7.25	6	6.25	24	30	40.63	14	0.80	16
31	7.30	17	20.37	14	31	44.07	1	0.30	30
32	7.33	12	9.64	20	32	44.09	13	0.68	19
33	7.35	9	8.33	24	33	50.00	3	0.40	30
34	7.66	33	52.56	1	34	52.56	3	0.40	31
35	7.68	1	1.32	34	35	54.39	3	0.40	32
36	7.88	18	21.05	18	36	61.11	3	0.40	33
				$\Sigma = 11680$	37	62.11	3	0.40	34
					38	64.36	7	0.48	31
					39	70.00	11	0.55	28
					40	80.00	1	0.30	39

 $\Sigma = 13829$

CALCULO DEL GRADO DE CORRELACION DE SPEARMAN

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{(n-1) n (n+1)}$$

r_s : Rango de Spearman

n : Número de términos

d_i^2 : Diferencia de pares de rango al cuadrado

Cuando el número de términos pasa de 30, se hace la prueba de t , para comprobar la significancia.

$$t = -r_s \sqrt{\frac{n-2}{1-r_s^2}}$$

t : t calculada n : número de términos

r_s : Rango de Spearman

Análisis de p.H y o/o Infección

$$r_s = 1 - \frac{6 (11680)^2}{(37-1) 37 (37+1)} = -0.384$$

La significancia va de -1 a +1

$$t = -0.384 \sqrt{\frac{37-2}{1-(-0.384)^2}} = 2.46$$

t_{tab} : para 5 o/o de probabilidad es de 1.95996
para 1 o/o de probabilidad es de 2.57582

Análisis de Capa freática y o/o Infección

$$r_s = 1 - \frac{6 (13829)^2}{(40-1) 40 (40+1)} = -0.292$$

La significancia va de -1 a +1

$$t = 0.292 \sqrt{\frac{40-2}{1-(-0.292)^2}} = 1.87$$

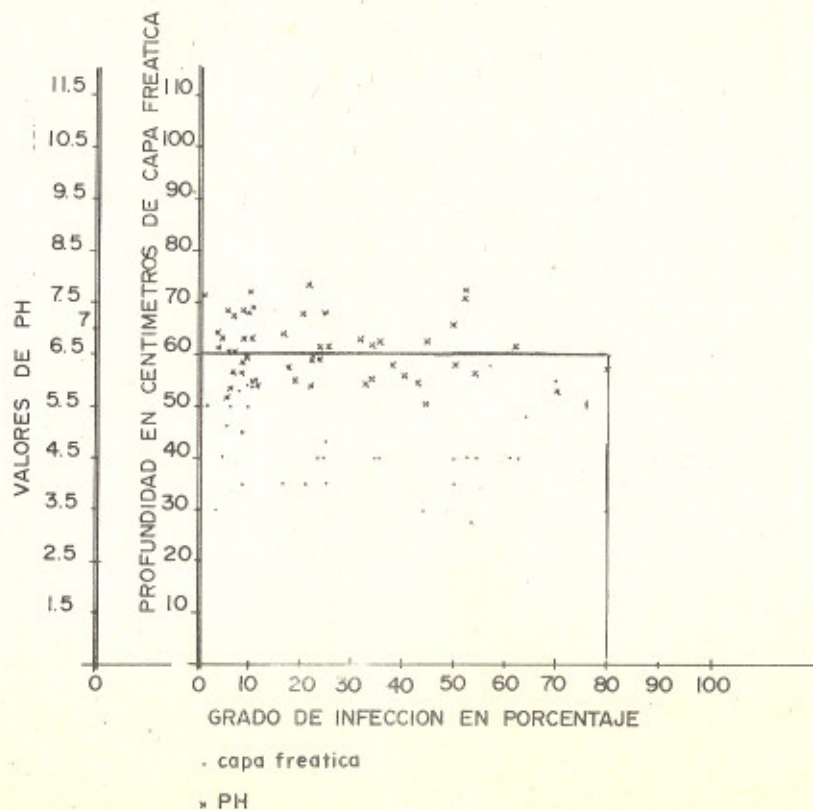
$t_{\text{tab.}}$: para 5 o/o de probabilidad es de 1.95996
 para 1 o/o de probabilidad es de 2.57582

III. En la encuesta realizada, el número de entrevistas fue de 49 boletas llenas, que tabuladas, la información resumida aparece en el cuadro No. 3, en esta información se puede resumir que para los fines de esta investigación, es conveniente resaltar los siguientes aspectos:

1. En cuanto a las fórmulas de fertilizante empleadas, la más usada es 16-20-0, en segundo lugar está el triple quince y en tercer lugar la Urea, de estas tres fuentes de fertilizantes la única acidificante del suelo es la Urea, que la utilizan un 6.12 o/o de los agricultores.
2. Lo que respecta al uso de los pesticidas, en cuanto al nivel de la población demandante, es bastante alto constituyendo un 81.63 o/o de la población de agricultores. Por cuanto las recomendaciones para su uso deben hacerse con mucho cuidado.
3. Dependiendo de los resultados del análisis del p.H que se obtuvo de las muestras de la materia orgánica, que se hallan en el cuadro No. 1, no constituyen agente de acidificación, por lo que el empleo de 100 redes por cuerda por parte del 75.51 o/o de los agricultores no constituye riesgo en la alteración del p.H.
4. La venta de los productos Olerícolas es realizada por el 83.67 o/o de los productos en el mercado local, lo que indica que dichos productos en el proceso de su comercialización pasan

CORRELACION DE :

PH CON % DE INFECCION
CAPA FREATICA CON % DE INFECCION



por una cadena de intermediarios, hasta que llegan al consumidor, no permitiendo al agricultor la obtención de un estipendio justo por su producto, y motivando déficit económico que se constituye en aliado del déficit tecnológico, ya que el primero determina que el agricultor no pueda incorporar tecnología que redunde en una mayor productividad; también se acentúa más el problema de pobreza y miseria por cuanto el 65.31 o/o de los agricultores poseen de 1/2 a 1 1/2 cuerda de 645 varas cuadradas, para realizar la actividad agrícola.

5. El porcentaje de agricultores que riega a diario es un 53.06 o/o y el que riega dos veces por semana es un 46.94 o/o, la cantidad empleada se estimó de la siguiente manera:
 - a. Volumen que sobrepasa la capacidad de campo y que se le dio la connotación de bastante.
 - b. Volumen que alcanza la capacidad de campo y que se le dio la connotación de poco.

El porcentaje de agricultores que riega bastante es un 63.27 o/o y el que riega poco es un 36.73 o/o, por lo que la condición de las parcelas es de excesiva humedad.

6. En lo referente al lugar donde realiza la actividad agrícola, el 83.67 o/o sólo cultiva en Almolonga, pero hay un 14.29 o/o que también tiene terreno en la Ciénega Grande, así mismo el 100 o/o de los agricultores trabaja **todo** el tiempo en el mismo terreno, no habiendo oportunidad para dejar barbechar (tierra en descanso) la parcela, esto debido a la restringida extensión que posee.
7. La forma como se ha manejado la enfermedad de la hernia o nudo de la raíz de las crucíferas, ha sido muy empírico por cuanto a un 16.33 o/o de agricultores le han recomendado que use nematicidas, y a un 8.16 o/o el empleo de cal sin ninguna experimentación que respalde su uso; pero lo más

lamentable del problema es que las recomendaciones las han sugerido en un 16.33 o/o, técnicos dedicados al comercio de biocidas.

8. La actitud que el agricultor de Almolonga guarda respecto al problema de la hernia es de receptividad, ya que cuando se le planteó la alternativa de la posibilidad de que el gobierno los indemnizara para dejar de sembrar como mínimo durante seis años crucíferas en el Valle, con el propósito de erradicar el patógeno, el 46.94 o/o de los agricultores estuvo de acuerdo en aceptarla como medida de control. Así mismo se les planteó la alternativa de practicar rotación de cultivos, dejando de sembrar crucíferas en el Valle para erradicar el patógeno, incrementando otras legumbres a cambio que el gobierno se comprometiera a regionalizar el cultivo olerícola, para evitar problemas de excesiva oferta de ciertos productos, en cuanto a esta medida el 85.17 o/o de los agricultores se manifestó de acuerdo.

III. Con los datos de humedad relativa, temperatura y precipitación obtenidos en el Observatorio Meteorológico, tabulados en el cuadro No. 4, y los datos tabulados en el cuadro No. 5 para el Valle de Almolonga, se puede establecer que los lugares que más similitud ecológica poseen respecto a Almolonga, son:

- a. San José Pinula.
- b. Santa Lucía Milpas Altas.
- c. Sololá.

Sololá se debe tomar con la reserva que no tiene dato para humedad relativa.

IV. El cuadro No. 6 contiene los valores de p.H de la zona de la rizosfera, que han sido analizados a través de una distribución de frecuencia, y ploteados en una gráfica de Histograma, donde puede notarse que el p.H óptimo que se halla en la zona de la rizosfera, está comprendido de 5.475 a 6.975.

CUADRO No. 3

Información	Frecuencia	Porcentaje	Información	Frecuencia	Porcentaje
I. Tenencia de la tierra			VII. Frecuencia de aplicación de la brosa		
1. Propietario	32	65.31	1. Una vez al año	25	51.02
2. Arrendatario	17	35.05	2. Para cada siembra	24	48.99
II. Extensión de la labor			VIII. Valor del arrendamiento		
1. De 1/2 a 1 1/2 cuerdas	32	65.31	1. Q. 25.00/cuerda	5	10.20
2. De 1- 1/2 a 2 1/2 cuerdas	6	12.24	2. Q. 50.00/cuerda	11	22.45
3. De 2 1/2 a 3 1/2 cuerdas	3	6.12	3. Q. 75.00/cuerda	3	6.12
4. De 3 1/2 a 4 1/2 cuerdas	5	10.20	4. Q.100.00/cuerda	15	30.61
5. De 4 1/2 a 5 1/2 cuerdas	1	2.40	IX. Tiempo de arrendamiento		
6. De 5 1/2 a más cuerdas	2	4.80	1. Un año	34	69.39
III. Uso de fertilizante			2. Cada siembra	—	—
a) Cantidad			X. Número de mozos empleados		
1. Repollo			1. No usa	9	18.37
1.1 Desde 1 qq/cuerda	24	48.98	2. 1 mozo	7	14.29
1.2 Menos de 1 qq/cuerda	23	46.94	3. Más de 2 mozos	33	67.35
1.3 Más de 1 qq/cuerda	2	4.08	XI. Tiempo de contratación		
2. Coliflor			1. Por 30 días	15	30.61
2.1 Desde 1 qq/cuerda	19	38.78	2. Por 25 días	5	10.20
2.2 Menos de 1 qq/cuerda	19	38.78	3. Por 20 días	8	16.33
2.3 Más de 1 qq/cuerda	2	22.44	4. Por menos de 20 días	13	26.53
3. Rábano (no fertilizan)			XII. Precio por jornal		
b) Fórmula que usan			1. Q.1.00/día	29	59.18
1. 16-20-0	12	24.49	2. Q.1.12/día	12	24.49
2. 15-15-15	4	8.16	3. Arriba del salario mínimo	8	16.33
3. Urea	3	6.12	III. Forma de contratación		
4. 20-20-0	2	4.08	1. Por día	41	83.67
5. 12-24-12	1	2.04	2. Por tarea	—	—
IV. Empleo de pesticidas			XIV. Rendimiento por cuerda		
1. Usa	40	81.63	1. Menos de 60 doc.		
2. No usa	9	18.37	a. Repollo	22	44.90
V. Cantidad empleada			b. Coliflor	19	38.78
1. Recomendada por casa expendedora	40	81.63	2. 75 doc.		
2. Más de lo recomendado por casa expendedora	—	—	a. Repollo	7	14.29
VI. Cantidad de brosa empleada			b. Coliflor	9	18.37
1. 25 redes por cuerda	3	6.12	3. 80 doc.		
2. 50 redes por cuerda	8	16.33	a. Repollo	8	16.33
3. 75 redes por cuerda	1	2.04	b. Coliflor	5	10.20
4. 100 redes por cuerda	37	75.51	4. 100 doc.		
			a. Repollo	11	22.45
			b. Coliflor	6	12.24

(Continúa)

CUADRO No. 3

Información	Frecuencia	Porcentaje	Información	Frecuencia	Porcentaje
Rábano					
1. 300 doc.	16	32.65	1. Quezaltenango	3	6.12
2. 500 doc.	9	18.37	2. Guatemala	14	28.57
3. 700 doc.	7	14.29	3. Cooperativa local	26	53.06
4. 1000 doc.	13	26.53	Combinaciones:		
XV. Lugar de venta del producto			1, 3	3	6.12
1. Tapachula	—	—	2, 3	1	2.04
2. Retalhuleu	—	—	2, 1	1	2.04
3. Mazatenango	—	—	XX. Frecuencia de riego		
4. Guatemala	—	—	1. 2 veces/semana	23	46.94
5. El Salvador	1	2.04	2. Diario	26	53.06
6. Mercado local	41	83.67	XXI. Cantidad aplicada		
Combinaciones de mercado			1. Bastante	31	63.27
1, 4, 5, 6	1	2.04	2. Poco	18	36.73
4, 6	4	8.16	XXII. Lugar (es) donde realiza la agricultura		
4, 5, 6	1	2.04	1. Sólo Almolonga	41	83.67
5, 6	1	2.04	2. Ciénega Grande	7	14.29
XVI. Precio de venta			3. Zunil	—	—
1. Q.1.00/doc.			4. Otro	1	2.04
a. Repollo	39	79.59	XXIII. Cuántas siembras realiza al año		
b. Coliflor	29	59.18	1. Tres:		
2. Menos de Q.1.00/doc.			a. Repollo	7	14.29
a. Repollo	10	20.41	b. Coliflor	7	14.29
b. Coliflor	11	22.45	c. Rábano	26	53.06
3. Q.2.00 ciento rábano	26	53.06	2. Menos de tres:		
4. Q.1.00 ciento rábano	20	40.82	a. Repollo	42	85.71
XVII. Variedades cultivadas			b. Coliflor	33	67.35
1. King Kole 232 K	5	10.20	c. Rábano	20	40.82
2. Roundup 232 R	12	24.49	XXIV. En el mismo lugar		
3. Gloria	11	22.45	1. Sí	49	100.00
Combinaciones:			2. No	—	—
1, 2	9	18.37	XV. Ha recibido recomendación para el control de la hernia o nudo de la raíz		
1, 3	2	4.08	1. Sí	16	32.65
Coliflor			2. No	33	67.35
1. Tempranera	13	26.53	XVI. Qué producto le han recomendado		
2. Criolla	16	32.65	1. Cal	4	8.16
Rábano			2. Nematicida	8	16.33
1. Tempranera	8	16.33	3. Otro	3	6.12
2. Gigante	21	42.86			
XVIII. Tiempo de estar usando las variedades					
1. 10 años	15	30.61			
2. Menos de 10 años	20	40.82			
XIX. Lugar de compra de la semilla					

(Continúa)

CUADRO No. 3

Información	Frecuencia	Porcentaje	Información	Frecuencia	Porcentaje
XVII. Quién lo recomendó			XXXVI. Cuándo fueron observadas por primera vez		
1. Vecinos	7	14.29	1. En 1974	22	44.90
2. Técnico	8	16.33	2. En 1973	13	26.53
XXVIII. Cantidad aplicada para el caso de cal					
1. 2 arrobas/cuerda	1	2.04			
2. Menos de 2 arrobas/cuerda	1	2.04			
3. Más de 2 arrobas/cuerda	2	4.08			
XXIX. Hubo control de la hernia					
1. Sí	5	10.20			
2. No	10	20.40			
XXX. Aceptaría indemnización por parte del gobierno para dejar de sembrar crucíferas, por un tiempo mínimo de seis años, para poder erradicar la enfermedad					
1. Sí	23	46.94			
2. Indeciso	7	14.29			
3. No	19	38.76			
XXXI. Aceptaría que se practicara rotación de cultivos, para dejar de sembrar crucíferas durante seis años como mínimo, para poder erradicar la enfermedad					
1. Sí	42	85.71			
2. Indeciso	2	4.08			
3. No	5	10.20			
XXXII. Combinación de indemnización y rotación	19	38.76			
XXXIII. Tiempo de aparición de la hernia o nudo					
1. Dos años	14	28.57			
2. Menos de dos años	21	42.86			
3. Más de dos años	12	24.49			
XXXIV. Se había observado anteriormente					
1. Sí	2	4.08			
2. No	45	91.84			
XXXV. Han aparecido otras enferm.					
1. Sí	35	71.43			
2. No	8	16.33			

CUADRO No. 4

CUADRO DE VALORES DE HUMEDAD RELATIVA, TEMPERATURA Y PRECIPITACION, PARA LAS ZONAS INVESTIGADAS FUERA DEL VALLE DE ALMOLONGA, DE ACUERDO A VALORES DEL OBSERVATORIO METEOROLOGICO.

Lugar	Ubicación	H.R	Temperatura	Precipitación
San José Pinula (Guatemala)	Lat. 14 grados 30' Long. 90 grados 40' Elev. 1650 Mts.S.N.M.	84 o/o	16.7 grados Cent.	1687.2 m.m.
Santa Lucía Milpas Altas (Chimaltenango) <i>Sacatepequez</i>	Lat. 14 grados 33' Long. 90 grados 40' Elev. 1980 Mts.S.N.M.	84 o/o	16.5 grados Cent.	1010.2 m.m
Sololá	Lat. 14 grados 49' Long. 91 grados 13' Elev. 2300 Mts.S.N.M.	—	14.15 grados Cent.	1417 m.m
Amatitlán, Jardines Mil Flores (Guatemala)	Lat. 14 grados 27' Long. 90 grados 38' Elev. 1189 Mts.S.N.M.	79 o/o	19.9 grados C.	959.6 m.m
Santa Cruz Balanyá (Chimaltenango)	Lat. 14 grados 41' Long. 90 grados 55' Elev. 2060 Mts.S.N.M.	77 o/o	15.5 grados C	897.0 m.m
Según Pinto (12), para el Valle de Almolonga	Long. Oeste 91 g. 29'38" Long. Norte 14 g. 48'53" Elev. 2251.21 Mts.S.N.M.	—	15 grados C	2000.00 m.m

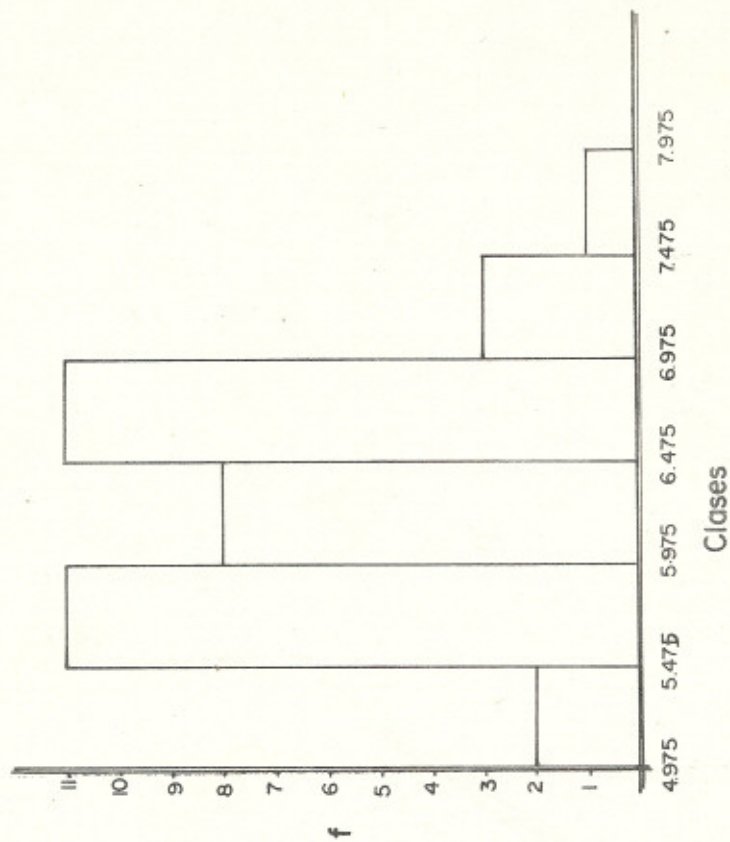
CUADRO No. 5

VALORES DE: A. Temperatura del suelo y del ambiente
B. Humedad relativa
PARA EL VALLE DE ALMOLONGA

Número de lectura	Valor de temperatura del suelo en grados centígrados	Valor de temperatura del ambiente en ° centígrados	Valor de la humedad relativa Porcentaje
1	13.3	12	89
2	13.6	18	52
3	12.2	12.5	72
4	18.8	11.11	88
5	16.1	15.15	88
6	20.0	10.66	94
7	15.0	10.50	94
8	13.3	19.00	92
9	21.1	11.00	96
10	16.6	12.00	86
11	12.2		
12	20.0		
13	18.8		
14	20.5		
15	22.7		
16	23.3		

Media de temperatura del suelo: 17.34 grados C
Media de temperatura del aire: 13.19 grados C
Media de la humedad relativa: 85.10 por ciento.

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE PH. DE LA RIZOSFERA



CUADRO DE ANALISIS DE TEXTURA DE MUESTRAS DE SUELO

Identificación de la muestra	o/o Arcilla	o/o Limo	o/o Arena	Tipo de suelo
A-1	9.55	22.95	67.50	Franco arenoso
A-2	4.79	15.54	79.67	Franco arenoso
A-3	7.10	21.03	71.87	Franco arenoso
A-4	4.58	21.20	74.22	Franco arenoso
C-1	9.00	17.30	73.70	Franco arenoso
C-2	4.43	10.27	85.30	Franco arenoso
C-3	7.03	23.03	69.94	Franco arenoso
E-1	14.03	25.05	60.92	Franco arenoso
E-2	12.21	27.48	60.31	Franco arenoso
E-3	4.52	12.56	82.92	Franco arenoso

CUADRO No. 6

RESULTADO DE ANALISIS DE MUESTRAS DE p.H LOCAL

Identificación de la muestra	Valor del p.H	Identificación de la muestra	Valor del p.H
1	6.90	19	7.50
2	5.64	20	6.23
3	6.85	21	5.78
4	6.97	22	5.53
5	7.05	23	5.60
6	5.70	24	5.56
7	6.30	25	6.17
8	6.70	26	5.70
9	6.73	27	6.77
10	6.40	28	6.18
11	6.95	29	5.73
12	6.03	30	5.50
13	6.42	31	7.25
14	6.12	32	6.73
15	6.95	33	4.98
16	6.75	34	5.40
17	6.60	35	5.93
18	5.85	36	7.03

Clase	No. de datos	Frecuencia
4.975—5.475	2	2
5.475—5.975	11	11
5.975—6.475	8	8
6.475—6.975	11	11
6.975—7.475	3	3
7.475—7.975	1	1

Se aplicó la fórmula de Sturges para obtener el número de clases.

$$\text{No. de clases} = 1 + 3.3 \log N$$

N: No. de términos

$$i = \frac{R}{\text{No. de clases}}$$

$$\text{No. de clases} = 1 + 3.3 \log 36 = 6.69 \approx 7$$

$$i = \frac{2.52}{7} = 0.36$$

$$i = 0.5$$

R : Recorrido o amplitud

i : Intervalo de clase

V. En cortes histológicos realizados en material sano traído de Almolonga, se obtuvieron resultados positivos, por lo que hay transmisores sanos.

VI. Se encontró hospederos silvestres pertenecientes a crucíferas, dichos hospederos son:

- a. Mostaza silvestre (*Sinapsis arbensis*) conocida en el Valle de Almolonga como Napush.
- b. *Raphanus raphanistrum*, que lo reportaban existente en los departamentos de Chimaltenango y El Quiché (13, 14).

En ambos hospederos se hicieron cortes histológicos y salieron positivos.

El Napush o mostaza silvestre es utilizada por los agricultores para su alimentación, aprovechándole las hojas.

VII. Según Pinto (12), con base al estudio socioeconómico realizado por INDECA, la distribución del área cultivada, varía en función de las dos estaciones, alcanzando los porcentajes siguientes:

A. Cultivo de invierno

a. Repollo	62 o/o	g. Cebolla	3 o/o
b. Remolacha	39 o/o	h. Rábano	1.6 o/o
c. Lechuga	9.8 o/o	i. Otros	3.0 o/o
d. Coliflor	9.8 o/o		
e. Apio	8.0 o/o		
f. Zanahoria	5.0 o/o		

B. Cultivo de verano

a. Zanahoria	42 o/o	e. Cebolla	6 o/o
b. Papa	31 o/o	f. Coliflor	6 o/o
c. Apio	16 o/o	g. Remolacha	3 o/o
d. Lechuga	15 o/o	h. Repollo	3 o/o
		i. Rábano	20 o/o

7. CONCLUSIONES

1. De acuerdo al análisis del grado de correlación de Spearman, para los valores de p.H, capa freática y o/o de infección, obtenidos en el Valle de Almolonga, estos son significativos por lo que se concluye que la magnitud de la infección está determinada por el p.H y capa freática que imprime una condición de excesiva humedad, acentuándose más con el excesivo riego; por cuanto si estas condiciones llegaran a existir en las otras zonas productoras de crucíferas, el desarrollo del hongo *Plasmodiophora brassicae* será inminente.
2. La existencia de la hernia en Ciénega Grande del departamento de Quezaltenango, se debe a que los agricultores que poseen terrenos en el Valle de Almolonga y en la Ciénega, por desconocimiento no han desinfestado sus implementos de labranza, constituyéndose estos, en medio de transporte para el hongo, por la adherencia de suelo; y en esa misma forma podrá difundirse el inoculum a zonas potenciales para su desarrollo, como podrían serlo San José Pinula, Santa Lucía Milpas Altas y Sololá; de acuerdo a los datos de temperatura, humedad relativa y precipitación que se presentan en el cuadro No. 4, y que son similares a las de Almolonga.
3. La presencia de hospederos silvestres, permitiría al hongo *Plasmodiophora brassicae* el desarrollo de razas resistentes, en el momento que se tratara de controlarlo con el uso de variedades resistentes o con el empleo de sustancias químicas. También conviene mencionar que la existencia de transmisores sanos, constituye un vehículo de difusión por cuanto dichos productos son llevados a otros lugares para su venta, por lo que durante su transporte pueden, de una u otra forma, diseminar el inoculum y con la capacidad que el mismo posee para vivir en forma latente, desarrollar patogenicidad hasta que existan condiciones apropiadas.

4. Es importante mencionar que por el desconocimiento de la hernia, las medidas que hasta el momento se han usado, en lugar de constituir una panacea, están poniendo en peligro al resto de verduras que se cultivan en el Valle; por cuanto, pueden propiciar condiciones favorables para organismos que se encuentren en condición latente.

Por lo que para cualquier medida de protección que se quiera usar, se debe considerar que el Valle constituye pequeños minifundios de uso super intensivo y de una amplia diversificación.

5. Después de analizar las condiciones socioeconómicas imperantes en los agricultores de Almolonga, y de evaluar las condiciones ecológicas que favorecen enormemente el desarrollo del *Plasmodiophora brassicae*, se puede concluir que, el problema epifitótico con su repercusión económica, se va agudizar más en el invierno por cuanto que las condiciones favorables al desarrollo del patógeno serán más *ad-hoc*; estas condiciones son:

- a. Mayor número de parcelas cultivadas con crucíferas.
- b. Condiciones de humedad excesiva, intensificada por la precipitación.

8. BIBLIOGRAFIA

1. ALEXOPOULUS, C.J. Introducción a la Micología. 2^{ed}. Argentina. Editorial Universitaria de Buenos Aires. 1964. pp. 175-180.
2. BISET, L. Guía práctica para la defensa de los cultivos. Barcelona, España, Editorial Blume. 1970. 117 p.
3. De LaCROIX, J. *et al*. Enfermedades de las plantas cultivadas. Barcelona, España, Editorial Salvat. 1919. pp. 74-78.
4. FERNANDEZ, M.V. Introducción a la Fitopatología. 2^{ed}. Buenos Aires, Argentina. Editorial Gadola. 1952. pp. 190-91.
5. FERRARIS, T. Tratado de Patología y Terapéutica Vegetales. Trad. por: Miguel Benlloch & José del Cañizo. España, Editorial Salvat. 1930. pp. 79-87.
6. GARCIA, A.M. Patología vegetal práctica. México, Editorial Limusa-Wiley. 1971. 73 p.
7. GARCIA, DOMINGUEZ, F.T. Fitopatología general. 2^{ed}. España, Editorial Dosset. 1961. pp. 589-592.
8. HORSFALL, J.G. & DIMOND, A.E. Planta Pathology. New York, Editorial Academic Press Inc. 1960. pp. 33, 240, 277, 278, 292.
9. JOHNSTON, J.R. Patología vegetal. Guatemala, Editorial Tipografía Nacional. 1942. pp. 103-104.
10. JUSCAFRESA, B. Lucha contra los parásitos vegetales. Barcelona, España, Editorial Sintesis. 1973. 153 p.
11. MONTERROSO, S.D. & RUEGG, K. Incidencia del Nudo o Hernia del repollo (*Plasmodiophora brassicae*), en el

- Valle de Almolonga, Quezaltenango, Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. Rev. Agronomía (Suplemento) No. 4-1974, pp. 9-19.
12. PINTO, C.E. Monografía del municipio de Almolonga del departamento de Quezaltenango. Guatemala, USAC; Facultad de Agronomía. 1974. (Monografía EPSA).
 13. ROJAS, U. Elementos de Botánica General. Tomo III. Guatemala, Editorial Tipografía Nacional. 1936. 1191 p.
 14. STANDLEY, P.C. & STEYER MARK, J.A. Flora of Guatemala. Chicago, Editorial Chicago Natural History Museum. Volumen 24, Part IV. 1946. 376 p.
 15. STEEL, R.G. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of Statistics. New York, Editorial McGraw-Hill Book Company Inc. 1960. pp. 400-401, 409.
 16. STAKMAN, J.R. & HARRAR, J.G. Principles of Plant Pathology. New York, The Ronald Press Company. 1957. pp. 319-320.
 17. URQUIJO, L.P. & SARDIÑA, J.R., SANTAOLALLA, A.G. 2^{ed}. Patología vegetal agrícola. Madrid, España, Editorial Mundi-Prensa. 1971. pp. 138-140.
 18. VAN DER PLANK, J.E. Plant diseases epidemic and control. New York, Academic Press. 1963. pp. 17-27.
 19. WALKER, J.C. Enfermedades de las hortalizas. Barcelona, España, Editorial Salvat. 1959. pp. 163-168.
 20. ----- Patología vegetal. Barcelona, España, Ediciones Omega. 1965. pp. 191-198.
 21. WESTCOTT, C. Planta diseases handbook. Princeton, New Jersey, Editorial D. Van Nostrand Company, Inc. 1960. pp. 177-178.

Vo. Bo.:

(f) Palmira R. de Quan
Bibliotecaria.

IMPRIMASE:

(f) Ing. Agr. M.S. Carlos F. Estrada C.
DECANO.

APENDICE

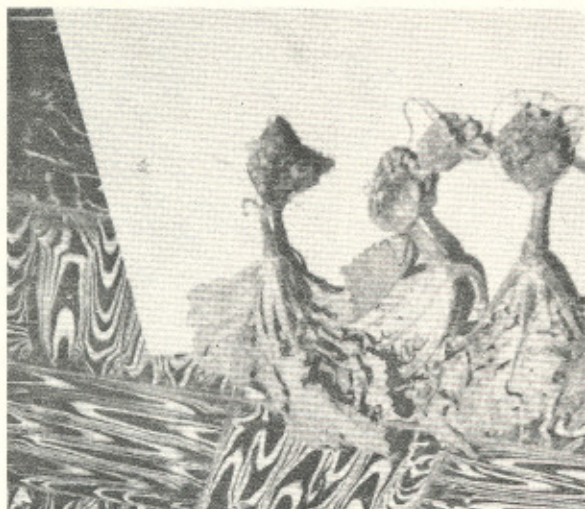


Foto No. 1.

Muestra la deformación de la raíz en plantas de repollo, atacados por *Plasmodiophora brassicae*.

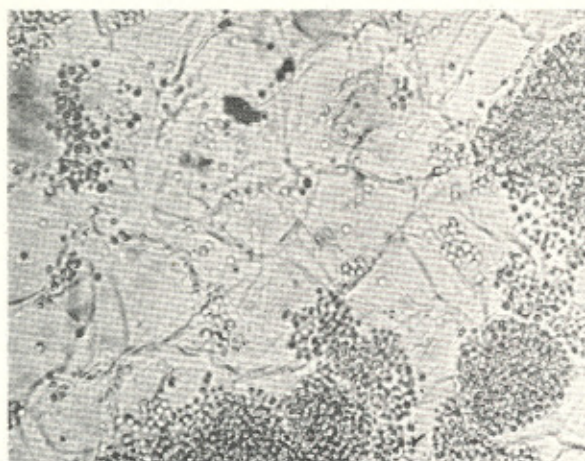


Foto No. 2. Tomada con 250 aumentos.
Corte histológico en Canchón o Repollo chino (*Brassica chinensis*), presenta deformación celular y plasmodios del hongo.

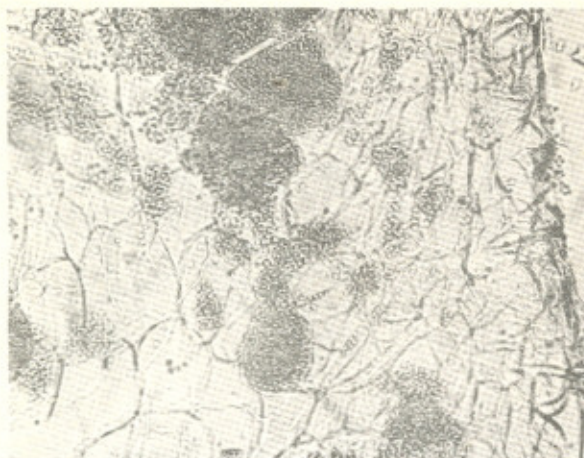


Foto No. 3. Tomada con 160 aumentos.
Corte histológico en Mostaza silvestre o Napush (*Sinapis arvensis*), que muestra deformación celular y gran proliferación de plasmodios, con 160 aumentos.

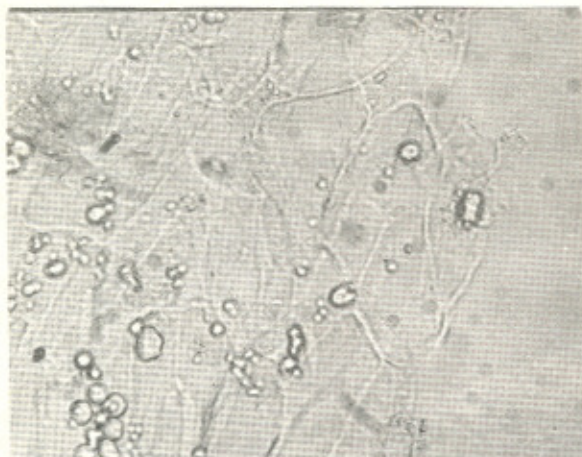


Foto No. 4. Tomada con 250 aumentos.
Corte histológico en Mostaza silvestre mostrando los plasmodios con mayor detalle.

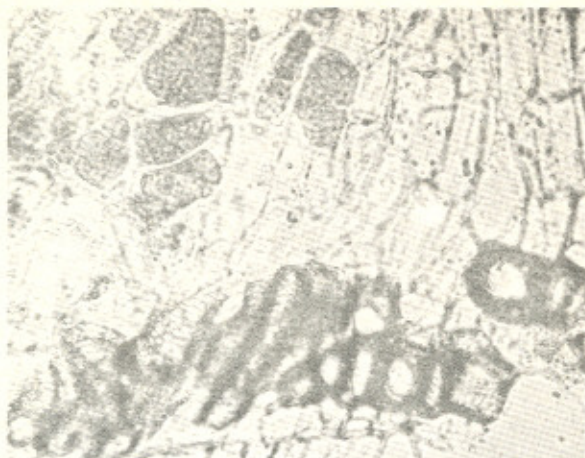
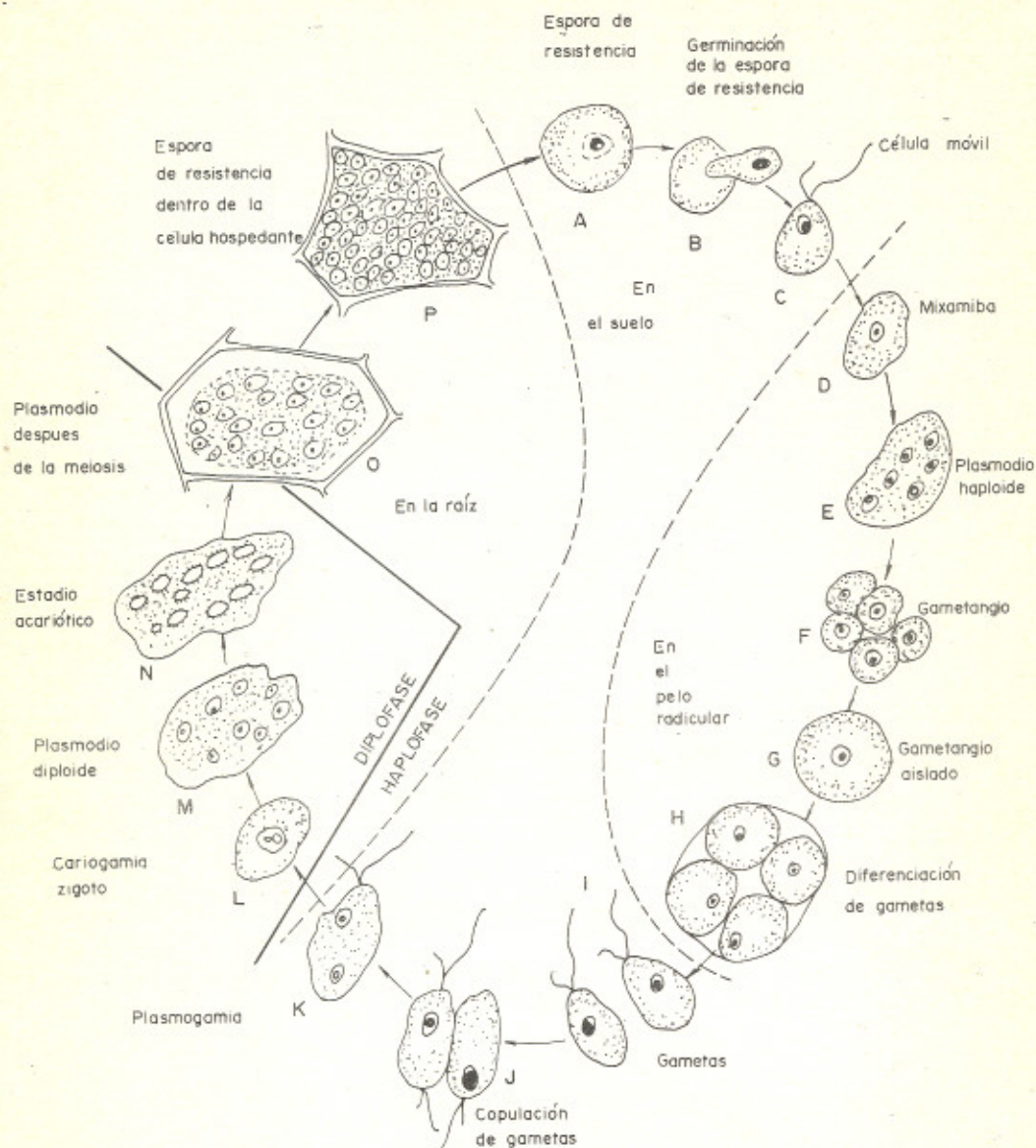
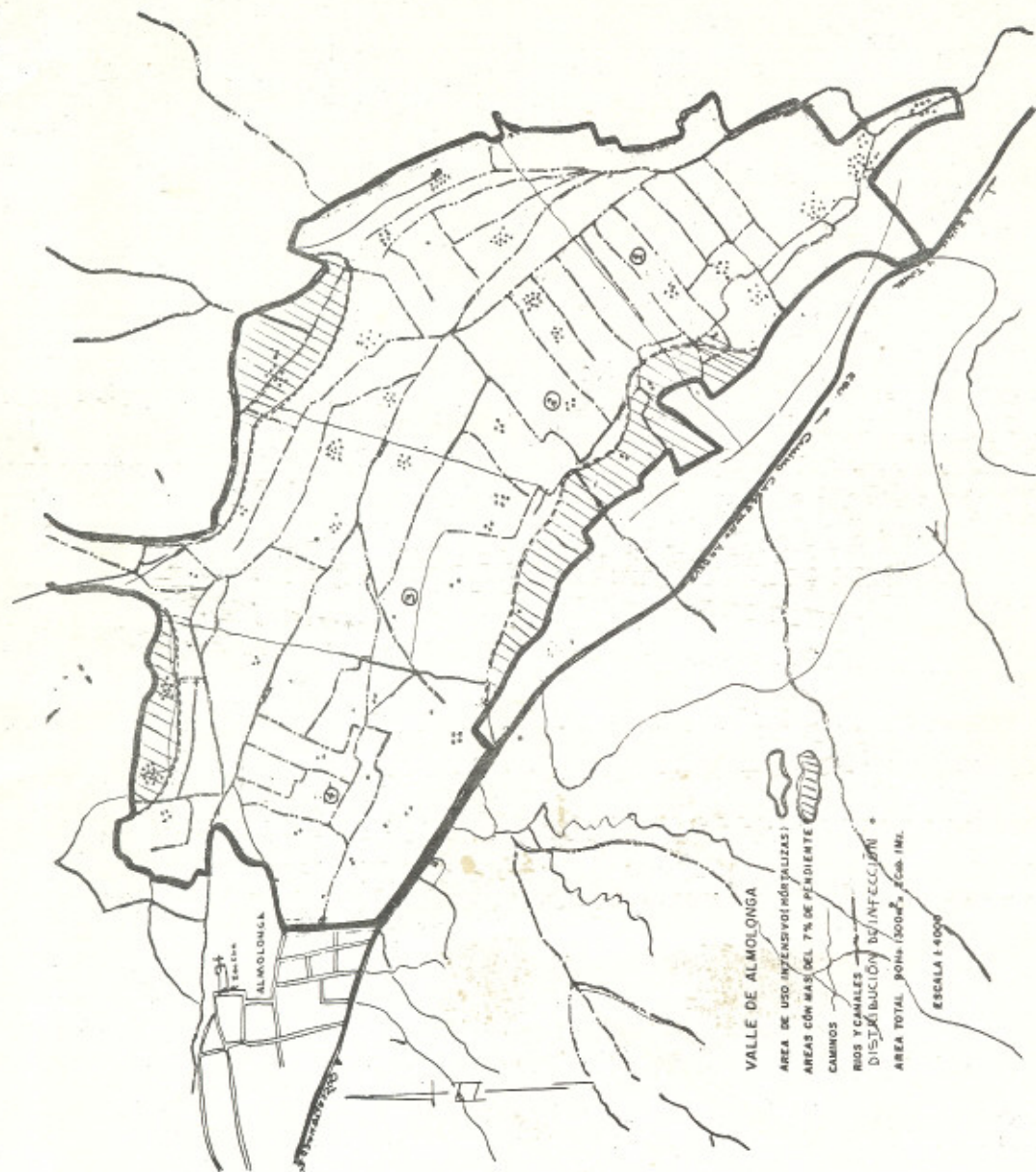


Foto No. 5. Tomada con 160 aumentos.
Corte histológico en repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*), presenta el lumen celular del sistema vascular reducido, debido al engrosamiento de la pared celular, provocado por el crecimiento de las células parenquimatosas.

CICLO BIOLÓGICO DEL PLASMIDIOPHORA BRASSICAE





GLOSARIO DE TERMINOS

1. Epifitotia: Enfermedad general o de carácter epidémico y transitorio que ataca a una o varias especies vegetales.
2. Hipertrofia: Aumento de volumen de las células de un tejido.
3. Hiperplasia: Tejido patológico caracterizado por una multiplicación celular excesiva.
4. Lumen celular: Espacio libre comprendido entre las membranas de una célula o de un vaso.
5. Mixamiba: Nombre de los individuos libres, uninucleados y provistos de pseudópodos.
6. Movimiento Amiboide: Consiste en contracciones y deformaciones del contenido protoplasmático.
7. Plasmodio: Masa de protoplasma formada por la fusión de varias células distintas, cuyos núcleos permanecen independientes.