



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

IDENTIFICACION DE HONGOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE LA
PAPA (Solanum tuberosum) EN EL VALLE DE ZAPOTITAN EN
EPOCA SECA

SEMINARIO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P O R

SILVIA MARIBEL GUADRON

SAN SALVADOR

OCTUBRE 1984

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : DR. MIGUEL ANGEL PARADA

SECRETARIA : DRA. ANA GLORIA DE MONTOYA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. JESUS MARQUEZ OCHOA

SECRETARIO : ING. AGR. JULIO ALBERTO OLANO

DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL

JEFE DE DEPTO. : ING. AGR. RENE S. CORTES RODAS

SUBJEFE DE DEPTO.: ING. AGR. GALINDO E. JIMENEZ

dl por el Depto de Proteccion Vegetal - 30-11-84-

ASESOR

ING. AGRONOMO JOSE MARIA GARCIA RODRIGUEZ

JURADOS

ING. AGRONOMO WIGBERTO LARA RODRIGUEZ

ING. AGRONOMO EDUARDO E. RIVERA FAGUNDO

DEDICATORIA

A mi Padre y a mi familia como un insignifi
cante, pero justo estímulo a sus constantes
esfuerzos.

A GRADECIMIENTOS

Por medio de estas líneas deseo agradecer al Ingeniero Agrónomo Víctor Manuel Rodríguez, por la acertada - orientación y colaboración en la realización del presente trabajo de investigación.

A los señores agricultores de el Valle de Zapotitán Francisco Alberto Guerra, Cristóbal Guerra, Ciriaco Alberto Guerra, Ana María Galán por la colaboración prestada.

A la Universidad Nacional de El Salvador, por haberme permitido realizar mis estudios.

A todos mis maestros y en general a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo en la ejecución y finalización de este seminario.

INDICE

	página
I. INTRODUCCION	1
II. JUSTIFICACION	3
III. REVISION DE LITERATURA	5
III.1 Tizón temprano de la papa	5
III.1.1 Morfología y fisiología de <u>Alternaria solani</u>	5
III.1.2 Severidad	6
III.1.3 Sintomatología	7
III.1.4 Ciclo de la enfermedad	9
III.2 Tizón tardío de la papa	10
III.2.1 Morfología y fisiología de <u>Phytophthora</u> <u>infestans</u>	10
III.2.2 Sintomatología	12
III.2.3 Ciclo de la enfermedad	14
III.3 Pudriciones secas	16
III.3.1 Morfología y fisiología de <u>Fusarium</u> spp. .	17
III.3.2 Sintomatología	17
III.3.3 Ciclo de la enfermedad	18
IV. MATERIALES Y METODOS	20

V.	RESULTADOS Y DISCUSION	23
VI.	CONCLUSIONES	30
VII.	RESUMEN	31
VIII.	BIBLIOGRAFIA	33
IX.	ANEXOS	36

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.		página
1	Importación de papa para el año 1982	37
2	Importación de papa para el año 1983	38
3	Temperatura y humedad relativa para el mes de Febrero de 1984 en el Valle de Zapotitán	39
4	Temperatura y humedad relativa para el mes de Marzo de 1984 en el Valle de Zapotitán	40
5	Observaciones realizadas en el transcurso del cultivo de papa en el Valle de Zapotitán.	41
6	Efecto del riego efectuado en el Valle de Zapotitán sobre el desarrollo de las enfermedades	42

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.		página
1	Temperatura para el mes de Febrero de 1984	43
2	Porcentaje de Humedad Relativa para el mes de Febrero de 1984	44
3	Temperatura para el mes de Marzo de 1984	45
4	Porcentaje de humedad relativa para el mes de Marzo de 1984	46
5	Incidencia de <u>Alternaria solani</u> con relación a la edad del cultivo de la papa	47
6	Incidencia de <u>Phytophthora infestans</u> con relación a la edad del cultivo de la papa	48

I. INTRODUCCION

La papa (Solanum tuberosum) es una especie cultivada de mucha importancia a nivel mundial, por ser fuente de carbohidratos en la dieta alimenticia del humano.

En El Salvador para satisfacer la demanda del tubérculo en mención se tiene que hacer grandes importaciones, lo que ocasiona una fuga de divisas para comprar los volúmenes que demanda el consumidor. La importación que se hace es tal que en 1983 se gastó para la compra de papa a Guatemala la cantidad de $\text{¢ } 5,677.452.00$

Con el propósito de disminuir las importaciones se han incrementado las áreas de siembra de papa, no obstante el aumento de áreas, los rendimientos de papa se ven disminuidos por la presencia de enfermedades que inciden en el cultivo, ocasionándole de esta manera pérdid^{as} al productor, además de aumentar el precio de el producto al consumidor.

En El Salvador, el Valle de Zapotitán es la zona donde más se cultiva papa en la época seca, no obstante de no tener el Valle en esa época lluvias frecuentes, los cultivares de papa se ven afectados por enfermedades que se desarrollan principalmente en el follaje, causando de esta manera pérdid^{as} en el cultivo.

Esta investigación tiene como propósito identificar los agentes etiológicos de origen fungoso que ocasionan daño al follaje en el cultivo de papa en el Valle de Zapotitán.

Además se hace correlación de la presencia e incidencia de las enfermedades con los factores ambientales de humedad relativa y temperatura existentes en esa época, para determinar las condiciones ideales de los patógenos que se identificaron en el presente estudio.

II. JUSTIFICACION

La mayor parte de los organismos causales de las enfermedades en la papa (Solanum tuberosum) son parásitos que se alimentan de una forma total o parcial de la planta.

Estas enfermedades son de interés económico, ya que redundan en daño causando baja calidad y precio de la producción, siendo de vital importancia su estudio e investigación, para lograr de esta manera su prevención o manejo y daños posteriores.

Los agricultores del Valle de Zapotitán (Mapa 1) que cultivan papa no escapan a este problema, ya que para la cosecha realizada en el presente año (1984), su producción se ve afectada en cantidad y calidad por los ataques severos de plagas y enfermedades disminuyendo en 60 quintales promedio su producción por manzana, volviéndose el daño cada vez mayor*.

Las producciones nacionales de papa cubren solamente un 15% de la demanda existente en el mercado, por lo que se hace necesario identificar los patógenos que afectan el cultivo de papa, ya que, identificándolos se pueden facilitar las medidas de control logrando de

* Comunicación personal con los agricultores Francisco Alberto Guerra y Cristóbal Guerra.

esta manera aumentar las producciones por unidad de área.

En cuanto a las importaciones de papa procedente de Guatemala en mayor cantidad y Honduras en menor, según el Cuadro 1 de importaciones, en el año de 1982 fueron importados ₡ 10, 618. 455.00 equivalente a un total de 20, 266. 228 kilogramos, lo que significa una can tidad considerable de divisas que salen fuera del país.

III. REVISION DE LITERATURA

Muchas son las enfermedades que atacan al cultivo de la papa, siendo las principales :

III.1 Tizón temprano de la papa.

La alternaria o tizón temprano de la papa que es causado por Alternaria solani (Ellis y G. Martin), L. R. Jones y Grount, 1896 fué descubierto por primera vez por Ellis y Martin en 1882 procedentes de hojas muertas de la papa recogidas en Nueva Jersey, su diferenciación de otras enfermedades del follaje no empezó hasta 1891. Antes de 1945 el daño del tizón temprano en la papa era difícil de calcular debido a la coexistencia corriente con las lesiones ocasionadas por el saltón de la hoja. (2)

El tizón temprano es a menudo más severo cuando la planta se encuentra predispuesta por daños como : minaduras de insectos, nutrición deficiente y otras. (3)

III.1.1 Morfología y fisiología de Alternaria solani.

Esta enfermedad es provocada por Alternaria solani (Ellis y G. Martin), L. R. Jones y Grount, se caracteriza por sus conidioforos cilíndricos, rectos, tabicados que soportan conidias

en cadena y más bien clavuladas (145-270 x 16-18 u) con cinco o diez tabiques transversales y algunos longitudinales de color parduzco, prolongados en su parte terminal en un apéndice delgado y hialino, tan largo como el resto del cuerpo y también tabicado. (2, 12)

El micelio tabicado y ramificado se vuelve de color oscuro con la edad; los conidioforos salen del tejido más viejo, siendo cortos, de color oscuro. (2, 5)

Los conidios son propagados por el viento y al caer sobre las hojas, la penetración la realizan a través de los estomas los primeros síntomas aparecen después de la primera semana de producido el ataque. (3, 12)

El hongo se desarrolla fácilmente en los medios artificiales produciendo casi siempre abundante pigmento que varía de rojizo a amarillo y se difunde por el substrato. (2)

Alternaria solani (Ell, y G. Martin), L. R. Jones y Grount persiste dependiendo de la localidad, en residuos de cosechas, suelo, tubérculos infectados y/u otros hospedantes del grupo de las solanáceas. (3)

III.1.2 Severidad.

Alternaria solani (Ell, y G. Martin), L. R. Jones y

Grout causa una enfermedad criptogámica que con una estación seca puede asumir proporciones alarmantes. (6)

En general se puede decir que la enfermedad es más severa cuando se presenta después de la floración o durante la tuberización, y en algunos lugares, es esencialmente una enfermedad de plantas senescentes. (3, 8)

III.1.3 Sintomatología.

Las lesiones se hacen evidentes en un comienzo como pequeñas manchitas (1.0 - 2.0 mm), que luego se vuelven ovoide circulares tomando una coloración castaño oscuro. (3)

La enfermedad aparece primero en los folíolos en forma de manchas pardo oscuras o negras. Comúnmente los folíolos más bajos son los afectados primeramente, se pueden secar y caer a medida que la enfermedad progresa hacia arriba. (2, 3, 4).

Las lesiones presentan anillos concéntricos formados por tejidos necróticos hundido y levantado alternadamente, lo que da la apariencia de ojo de buey. (1, 4)

A medida que se van formando nuevas lesiones y las viejas se expanden, la hoja íntegra se vuelve clorótica, luego necrótica

finalmente se seca, pero no llega a desprenderse de la planta. Estas manchas van creciendo por zonas concéntricas que suelen percibirse con claridad. (5, 11, 15, 16, 21)

Alrededor y entre las lesiones, el tejido foliar se vuelve generalmente necrótico. (3, 6)

A medida que se expanden las manchas, éstas tienen márgenes angulares debido a que están limitadas por las nervaduras. (3)

Aunque los daños en las plantas sean relativamente leves (4) la infección de los tubérculos es corriente y se reconoce por la presencia de manchas pardas, claramente hundidas (3, 4) y poco visibles en la época de recolección. (4)

Este hongo ataca sobre todo a las hojas, pero, también a tubérculos y tallos. No es frecuente que los tubérculos se contaminen durante la recolección o en almacenaje, como ocurre con otras enfermedades. (5)

En los tubérculos las lesiones son oscuras, hundidas (3, 4) de forma circular a irregular rodeados, a menudo, por bordes levantados de color purpúreo o bronceados. (3)

La lesión en la superficie es un poco más oscura que la

piel sana, y su tamaño variable, (20) y se profundizan aún después de almacenados. (12)

La pulpa por debajo de la lesión es seca, de textura coriácea o corchosa y de color amarillo castaño. (3)

También puede formarse manchas en los tallos, pero son mucho menos frecuentes y destructoras que de las hojas. (20)

El mecanismo de los daños no es muy diferente del producido por el mildiú o tizón tardío de la papa, destrucción parcial o total de las papas verdes, disminución de la superficie asimilatoria con graves daños en la producción. (6)

III.1.4 Ciclo de la enfermedad.

El micelio conserva su vitalidad en las hojas secas infectadas durante un año o algo más, permaneciendo viables las conidias durante diecisiete meses a la temperatura ambiente. En el proceso de extracción de semillas la contaminación es frecuente. La hibernación puede tener efecto sobre restos de plantas infectadas y tubérculos de papa. (14)

Los conidios germinan en una o dos horas a la temperatura entre los 6°C. y 34°C, en treinta y cinco minutos a cuarenta y cinco a la temperatura óptima de 28° C. a 30° C. Las tem-

peraturas límites para crecimiento en cultivos puros son de 1°C. a 2°C. de mínimo, un óptimo de 26° a 28°C y un máximo de 37° a 45°C. (8)

III. 2 Tizón tardío de la papa.

Esta es una enfermedad causada por Phytophthora infestans (Mont.) DBy es una de las enfermedades más comunes y extendida en España, especialmente en el litoral y regiones húmedas, y menos en el centro, aunque también se manifiesta. (4)

El tizón tardío es probablemente la enfermedad más importante de la papa en el mundo. La hambruna de Irlanda en 1840 se debió al ataque de Phytophthora infestans. (3, 4)

En la papa es la enfermedad más grave y la que más pérdidas ocasiona, cuando se descuidan. (8)

Originaria de América como su planta huésped, el mildiú o tizón tardío de la papa ataca hojas, tallos y tubérculos. Apareció por primera vez en Europa en 1845 y desde entonces se ha extendido muy rápidamente en todo el continente y en las Islas Británicas produciendo estragos en todos los cultivos de papa. (4, 12)

Los esporangios de Phytophthora infestans. (Mont.) DBy son hialinos, tienen forma de limón, de pared delgada, de 21-38 x 12-23 u),

con una papila apical. Al formarse el esporangio en la punta de un esporangioforo, éste se hincha ligeramente, empuja el esporangio a un costado y continúa creciendo. (2, 3)

Los esporangios pueden germinar emitiendo un tubo germinativo, pero con mayor frecuencia expulsan alrededor de ocho zoosporas biciliadas que nadan libremente en el agua, y luego se enquistan sobre la superficie sólida. Las zoosporas enquistadas germinan emitiendo un tubo germinativo, el cual puede penetrar a la hoja por los estomas, aunque generalmente se forma un apresorio, de tal manera que la hifa de penetración ingresa directamente a través de la cutícula. (2, 3, 19).

Los conidioforos surgen del sustrato de la hoja a través de los estomas y del sustrato del tubérculo a través de las lenticelas, son hialinas, ramificadas e indeterminadas. (19)

Los flagelos presentan estructuras de aspecto parecido a las pa-las de un remo en sus extremos. Uno de los flagelos es ciliado, mien-tras que el otro no lo es. Después de escasos minutos de movilidad, la zoospora pierde sus flagelos, queda inmóvil y germina por medio de tubos germinativos. (19)

El micelio es cenocítico, intracelular e intercelular. (2, 19)

presenta una pudrición granular seca de color canela castaño.
(2, 3, 6)

Los tubérculos se contaminan por las conidias formadas en las hojas, arrastradas por el agua de lluvia, se infiltran en el suelo y penetran en los tubérculos por las lenticelas y especialmente por los estolones producidos en su desarrollo, las partes atacadas permanecen firmes, de ahí la denominación de podredumbre seca de la papa. (4, 6, 8) Estos también pueden infectarse a menudo cuando están amontonados y también se hallan sujetos a esta posibilidad en la recolección y durante el almacenaje. (2, 6)

III. 2. 3 Ciclo de la enfermedad.

De Bary demostró que los principales medios de invernación son el micelio y los tubérculos infectados. Estos funcionan invadiendo los brotes del tubérculo sembrado en primavera, emergiendo del suelo con el mismo y esporulando para originar la inoculación primaria. (20)

El crecimiento de los tubérculos provoca frecuentemente el agrietamiento del suelo, exponiéndolos a la infección. Cuando se realiza la cosecha bajo condiciones de humedad, la infec-

ción puede producirse por contacto de los tubérculos con esporangios provenientes de la planta madre o del aire. (3)

En condiciones óptimas de almacenaje, la diseminación de Phytophthora infestans (Mont.)DBy es muy limitada a nula. La infección en el campo es más efectiva en presencia de baja temperatura y alta humedad, sin embargo puede realizarse bajo un amplio rango de condiciones ambientales. (6, 21)

Las condiciones que favorecen la producción de esporas, diseminación e infección, son las que determinan la extensión de la epidemia. Los esporangios se forman con un mínimo de humedad relativa del 91% con un óptimo de 100% y a unos límites de temperatura de 3-26° C., con un óptimo de 18-22° C. Los esporangios formados a 15° C. alcanzan el máximo de formación de las zoosporas a una temperatura favorable en una o dos horas, los formados a 25° C. requieren de cinco a siete horas para alcanzar este máximo. El óptimo para la formación de zoosporas es de 12° C., para la formación de tubos germinativos en los esporangios es 25°C. Las zoosporas germinan más rápidamente entre 12-15° C., después de la germinación, los tubos germinales que salen de las zoosporas crecen mejor entre 21-24°C. (3, 20)

La temperatura óptima para la germinación indirecta, esto es produciendo zoosporas, es de 12°C., mientras que la germinación directa por formación de tubos germinativos, es de 25°C. a pesar de ello, ambas formas de germinación pueden realizarse en condiciones similares de temperatura. (3)

Las zoosporas producen tubo germinativo y apresorio en presencia de agua libre y la penetración se realiza a temperaturas entre 10-29°C. Una vez llevada a cabo la infección, el desarrollo subsiguiente de la enfermedad se realiza con mayor rapidez a 21°C. Las zoosporas no resisten la falta de agua y mueren por desecación. (3, 11)

III. 3 Pudriciones secas.

De papas enfermas se han aislado numerosas especies de Fusarium todas ellas más o menos asociadas a la podredumbre de los tubérculos, pero relativamente pocos producen el marchitamiento de la planta. (20)

En 1904 se mencionó a Fusarium oxysporum. (Sacc) Snyder y Hansen, como causante directo de la podredumbre de los tubérculos, y aunque sin pruebas directas, también como productor del marchitamiento. (20)

En 1915 Sherbakoff publicó una monografía que comprendía nume-

rosas especies de Fusarium aislados del tubérculo de papa. (16)

Carpenter en 1915 indicó que Fusarium eumartii, ahora llamado Fusarium solani f. eumartii producía el marchitamiento y la podredumbre del tubérculo. (20)

III. 3.1 Morfología y fisiología

El género forma Fusarium, es el más grande de las tuberculariaceas y taxonómicamente uno de los más difíciles entre todos los grupos de hongos. (2)

Fusarium produce macroconidias largas en forma de media luna, multiseptadas que son llevadas típicamente por esporodios y microconidias muy pequeñas, esféricas, ovales, elongadas o en forma de media luna sobre hifas, simples, ramificadas o no. Por lo común también se producen clamidosporas en el micelio y a menudo se forman esclerocios. (2)

III. 3.2 Sintomatología.

El síntoma más notorio es un amarillamiento, acompañado de marchitamiento y muerte de las hojas más viejas de la planta. La muerte puede ocurrir sin que se presente el amarillamiento parcial o total de la planta. (8)

La necrosis interna toma un matiz castaño que varía hasta

el chocolate oscuro con el borde ligeramente necrosado que se distingue por una coloración más oscura. Los bordes de la lesión en progreso tienen su coloración castaña, pero el tejido necrosado viejo adopta una variedad de colores, forma cavidades tapizadas de micelio y se seca tomando consistencia de madera podrida. (3)

El tubérculo entero que se usa como semilla se infecta durante el almacenaje a través de herida o durante la siembra por las heridas que se provocan durante la operación de enterramiento. La superficie de corte en los tubérculos grandes que se fraccionan son las vías de ingreso más importantes. (2, 3)

Los tubérculos se ven arrugados por fuera, en partes o completamente. Al cortarlos el interior presenta partes podridas de color café, si se siembra este tipo de tubérculo no nacen o las plantas no alcanzan la madurez. (1)

III. 3. 3 Ciclo de la enfermedad.

El patógeno no tiene capacidad para infectar el peridermo o lenticelas de los tubérculos enteros. Las heridas provocadas por insectos, roedores o por heladas son a veces infectadas.

Los Fusarium también pueden invadir a través de las lesio

nes causadas por roña, tizón tardío, virus y posiblemente también por otras enfermedades. Las hifas son en un comienzo intercelulares y luego penetran dentro de las células muertas. En las lesiones en desarrollo, las hifas se encuentran diseminadas en forma rala en los espacios intercelulares y las células muestran muy pequeña reacción al hongo. (3)

La especie de Fusarium puede sobrevivir varios años en el suelo, pero el inóculo primario se mantiene generalmente en la superficie de los tubérculos, a partir de los cuales los propágulos contaminan los envases, el equipo usado para la recolección y almacenamiento e inoculan las heridas producidas durante el transporte de la semilla especialmente cuando se trata de semilla cortada. La pudrición seca se desarrolla bajo condiciones de alta humedad relativa y entre unos 15-20° C. La humedad relativa por encima del 70% no altera el desarrollo de la pudrición, pero a menos humedad se retardan. La enfermedad continúa desarrollándose lentamente a temperaturas más frías, las que a su vez son convenientes para la papa. (3)

IV. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se inició el 5 de Enero de 1984, en el Valle de Zapotitán, el cual se encuentra ubicado en la Jurisdicción de los Departamentos de La Libertad, Santa Ana, Sonsonate, ubicado en la zona central y occidental del territorio nacional.

El distrito tiene una extensión superficial de 4,580 hectáreas, sus límites territoriales están comprendidos en Jurisdicción de los Municipios de Ciudad Arce, Sacacoyo, San Juan Opico y Colón del Departamento de La Libertad; Armenia en el Departamento de Sonsonate; y El Congo del Departamento de Santa Ana.

Para el año agrícola 1983-1984 fueron sembradas de papa 140 hectáreas de las variedades Atzimba y Flor Blanca, del área total fué muestreado 24.5 hectáreas lo que representa un 17.5% del área total de siembra.

Recolección de muestras.

La metodología a utilizar para la recolección de muestras es por medio de un muestreo al azar en los diferentes lotes de papa; se analizaron por manzana 100 plantas enteras, tomando como datos principales la incidencia es decir la presencia o ausencia de la enfermedad y la identificación de los agentes causantes de enfermedades, haciendo

este muestreo con una frecuencia de una vez por semana.

Para el momento de la cosecha en el mes de Marzo y Abril el muestreo se hizo con una frecuencia diaria para observar el estado de los tubérculos de papa que fueron cosechados; de igual manera fueron divididos en lotes de 100 papas para conocer la incidencia de los hongos en los tubérculos cosechados y su efecto sobre ellos.

Análisis de muestras.

Cuando se encontró la enfermedad, inicialmente en el follaje, se detectó por sintomatología, se llevaron las muestras al laboratorio y se sembraron en un medio de cultivo artificial compuesto por papa, dextrosa, agar (P.D.A.) para observar su crecimiento, siendo el tamaño de esta muestra de 1 cm^2 .

De igual forma se hizo también raspados en las muestras observadas al microscopio compuesto para identificar los signos presentes; cuando se encontraron tubérculos enfermos se llevaron a la laboratorio y fueron sembrados en P.D.A. muestras de 1 cm^2 para lograr de esta manera, la obtención de cultivos puros de los agentes causantes de enfermedades.

MATERIALES :

- P.D.A. (papa, dextrosa, agar) utilizados como medio de cultivo artificial.
- Cajas de Petri.
- Solución salina al 0.85 %
- Agua destilada.
- Hipoclorito de sodio (10%)
- Porta objetos.
- Cubre objetos.
- Aguja de siembra o asa.

EQUIPO :

- Microscopio compuesto.
- Autoclave.
- Mecheros.
- Estereoscopio compuesto.
- Incubadora.
- Termómetro.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

Tomando como base diez observaciones (Cuadro 5) realizadas en el Valle de Zapotitán, divididos en cinco lotes (Cuadro 6), ubicados dentro del Valle de Zapotitán, se encuentran a una distancia de San Salvador de 34 Kms. siendo sus coordenadas de latitud de 89°41' y longitud de 15°23' tomados del Cuadrante 2357 III Nueva San Salvador. (9)

Se realizaron observaciones macroscópicas basándonos principalmente en la sintomatología para realizar de esta forma la primera descripción de las enfermedades, y posteriormente su siembra e identificación en laboratorio.

A los 63 días del ciclo vegetativo de la papa se encontró la presencia de tizón temprano de la papa cuyo agente causal es Alternaria solani presentándose inicialmente como manchas de color café con anillos concéntricos formados por tejido necrótico, presentando a su vez un halo amarillento alrededor y entre las lesiones. En el laboratorio se sembraron tres muestras diferentes de P.D.A. y otras observadas al microscopio, luego de la preparación de láminas por el método de maceración, después de cinco días de efectuada la siembra, se procedió a tomar muestra de el hongo sembrado en P.D.A., al observarlo al microscopio se notó la presencia de conidias individuales de color café claro con presencia de septos longitudinales y transversales,

de forma alargada; en el cultivo la colonia se extendió formando a su vez los anillos concéntricos característicos de Alternaria solani, este cultivo era de color grisáceo, veloso y en pequeños grupos se encontraron las conidioforas que a su vez son tabicados, confirmándonos la presencia de Alternaria solani, luego este hongo se transfirió a otras cajas con P.D.A. para evitar la contaminación. Se logró obtener cultivos puros presentando las características antes mencionadas.

De igual forma en el caso de Fusarium spp. se encontró en el lote 1 (Cuadro 6), al tomar muestras en el campo, éstas presentaban micelio blanquecino alrededor del tallo, se tomó muestras y observadas al microscopio las macroconidias largas en forma de media luna, multiseptadas y las microconidias pequeñas elongadas unicelulares.

El micelio observado es septado, su crecimiento en P.D.A. es rápido, con un micelio algodonoso, blanquecino dando una coloración rosada al medio de cultivo, que lo distingue de otros hongos, confirmándonos la presencia de Fusarium spp. Luego se tomaron muestras de tallo y papa madre que se sembraron en P.D.A. A la semana se tomó muestra del micelio y cuerpos de fructificación, observándose las características de coloración y forma antes descritas

a lo que viene a corroborar la presencia de Fusarium.

A los 70 días de edad del cultivo (Figura 6) al realizar un muestreo se encontró el tizón tardío, causado por Phytophthora infestans, siendo su sintomatología de campo, presencia de áreas necróticas desde el ápice de la hoja y alrededor de los bordes, fué llevada la muestra a laboratorio y se sembró en P.D. A. pero no hubo crecimiento del hongo; así también, las condiciones de temperatura no eran tampoco las adecuadas para el crecimiento del hongo; así como también no hubo crecimiento de ningún otro patógeno dando la seguridad de la presencia de Phytophthora infestans exclusivamente.

Según French (7) el medio de cultivo, compuesto por agar, harina de maíz, es indicado para el aislamiento y esporulación de algunas especies de Phytophthora infestans.

Las condiciones climáticas de humedad relativa y temperatura favorecen el desarrollo y posterior crecimiento de los hongos antes mencionados para los meses de Febrero y Marzo. (Figs. 5, 6)

El tizón temprano causado por Alternaria solani inicia su ataque con una incidencia del 1% (Cuadro 5, Fig. 5) cuando las plantas de papa tienen 63 días de su ciclo vegetativo.

Al analizar la temperatura que ha prevalecido en el Valle de

Zapotitán con oscilaciones de temperatura para el día anterior del apareamiento de la enfermedad, ésta fué de 17 °C. (Cuadro 3, Fig. 1) y una humedad relativa a las 07 horas del 88 % con un mínimo de 23% (Cuadro 3) y un promedio de 57% (Fig. 2) por lo tanto las condiciones de temperatura existente los días anteriores han favorecido el desarrollo y crecimiento de las conidias del hongo que se encuentran viables en el suelo, ya que éstas pueden permanecer hasta por diecisiete meses a la temperatura ambiente. (7)

Así tenemos de igual manera que a los 70 días de el ciclo vegetativo de la papa se vió incrementado su incidencia a un 30% (Cuadro 6, Fig. 5), es decir que de cada 100 plantas muestreadas 30 se han presentado daño por Alternaria solani sobre el follaje, siendo siempre las temperaturas óptimas de los días anteriores, favoreciendo la formación e incremento de conidias en los lotes atacados por este hongo.

García Alvarez (8) dice que las conidias germinan en una a dos horas a una temperatura entre 6° C hasta 34° C. y en 35 minutos a una temperatura óptima de 28°C - 30°C., con una humedad relativa de 95 - 100%, condiciones importantes para el desarrollo y crecimiento de Alternaria solani, confirmándonos lo antes observado.

De igual forma aparece el tizón tardío de la papa el cual como su nombre lo dice aparece después de el ataque de tizón temprano, conociendo que su desarrollo y posterior crecimiento se ve influenciado por factores ambientales como la baja temperatura y humedad relativa alta; puede desarrollarse de igual forma que Alternaria solani bajo un amplio rango de condiciones climáticas. Al analizar las condiciones climáticas notamos que favorecen el desarrollo de este hongo; las oscilaciones de temperaturas (Cuadro 3, Fig. 1) para el 14 de Febrero fué de 17.8° C, con una humedad relativa a las 07 horas de 96% y a las 21 horas de 85% (Cuadro 3) con un promedio para ese día de 74% (Cuadro 3, Fig. 2), conociendo por revisión de literatura que un mínimo de 91% de temperatura hay desarrollo de esporangios y bastan de 5-7 horas para su desarrollo, con límites de temperatura de 3-26°C., sabemos que las condiciones climáticas que han existido los días anteriores y posteriores favorecen el crecimiento y ataque de Phytophthora infestans, de igual manera este hongo incrementó su incidencia en forma acelerada, llegando el daño hasta un 100% de incidencia. (Cuadro 5, Fig. 6)

El mayor ataque de Phytophthora infestans se dió en el mes de Marzo con incidencia de un 100% (Fig. 6) en donde las oscilaciones

de temperatura para este mes fueron desde 16.2 hasta 19.9 (Cuadro 4, Fig. 3) y la humedad relativa a las 07 horas de 96% (Cuadro 4), con promedios de 75% de humedad relativa (Fig. 4).

Los esporangios de Phytophthora infestans, desarrollan con un mínimo de 91% de humedad relativa y con un máximo de 100%, con límites de temperatura de 3-26° C., óptimo de 18-22° C., requiriendo de 5-7 horas a 25°C. para formar sus tubos germinativos; pero con mayor frecuencia expulsan alrededor de 8 zoosporas biciliadas que nadan libremente y luego se enquistan sobre la superficie sólida. (2, 3)

El método de riego practicado por algunos de los agricultores de las parcelas muestreadas contribuye al desarrollo e incremento del ataque de las enfermedades fungosas; este método de riego de aspersión favorece el desarrollo de las enfermedades siguientes : tizón temprano (Alternaria solani), tizón tardío (Phytophthora infestans) y pudriciones secas (Fusarium spp.), y que el método de riego superficial por surcos (inundación) no presentó ningún ataque de estos hongos (Cuadro 6).

Esto podría asociarse a la alta humedad relativa que prevalece en forma constante sobre el distrito, sobre todo en los lotes en los cuales se efectúa. (Cuadro 6), de igual forma el tipo de riego por

aspersión propicia que se mantenga adherido a la planta una película de agua, situación que favorece el desarrollo de estas enfermedades; así como también la época seca favorece el desarrollo de los tizones cuyos agentes causales son : Alternaria solani, Phytophthora infestans, en los diferentes cultivos de papa sembrados dentro del Valle de Zapotitán.

V. CONCLUSIONES

1. Alternaria solani causante del tizón temprano y Phytophthora infestans causante del tizón tardío de la papa son las principales enfermedades para la época seca en el Valle de Zapotitán.
2. Se constató en este trabajo que los meses de Febrero y Marzo son los meses en los cuales hubo mayor severidad e incidencia de las enfermedades ocasionadas por Alternaria solani y Phytophthora infestans.

VII. RESUMEN

Las producciones de papa (Solanum tuberosum) en el país son bajas, causadas sobre todo por el ataque de plagas y enfermedades afectando las producciones en forma cuantitativa como también cualitativamente.

Conociendo con anterioridad el efecto de estos hongos en las diferentes plantaciones, se hace necesaria la identificación de los patógenos, especialmente hongos que afecten a dicho cultivo en el Valle de Zapotitán.

El muestreo utilizado fué el método al azar, mediante visitas semanales durante el ciclo vegetativo y en forma diaria al momento de la cosecha mediante el muestreo de los diferentes lotes para que de esta manera se puedan identificar por sintomatología, tomando en cuenta de igual manera su incidencia, entendiéndose ésta como la presencia o ausencia de las enfermedades.

En los resultados se encontró a hongos tales como : Alternaria solani causante del tizón temprano de la papa, Phytophthora infestans, causante del tizón tardío de la papa, éstos en mayor cantidad de daño. También se identificó a Fusarium spp. en menor cantidad de daño.

El ataque de estos hongos en la época seca se ve incrementado

para los meses de Febrero y Marzo, así como también la interacción de estos hongos con el medio ambiente que prevalece para esta época.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ACUÑA OVIES, H. E. Manual de enfermedades de cultivos tropicales. Santa Tecla, El Salvador, CENTA. Boletín técnico No. 6, 1976. pp. 62-64.
2. ALEXOPOULOS, C. J. Introducción a la micología. Buenos Aires, Argentina, Editorial Universitaria, 1976. pp. 176, 425.
3. AMES DE ICOCHEA, T. Compendio de enfermedades de la papa. Lima, Perú, Centro Internacional de la papa, 1980. pp. 56-63, 80-82.
4. BOVEY, R. La defensa de las plantas cultivadas. Barcelona, España, Omega, 1977. pp. 678-689.
5. DOMINGUEZ GARCIA, F. Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. Madrid, España, Dossat, 1976. p. 473.
6. FABIANI, L. La patata. Barcelona, España, Aedos, 1967. pp. 57-62.
7. FRENCH, E. R. y HEBERT, T. T. Métodos de investigación fitopatológica. San José, Costa Rica, IICA, 1980. p. 38.
8. GARCIA ALVAREZ, M. Patología Vegetal práctica. México, Limusa, 1973. pp. 126-129, 130.

9. GARCIA M., MINERVINI, M. H. y MENENDEZ, M. E.
Levantamiento general de suelos de la República de El Salvador; Cuadrante 2357-III, Nueva San Salvador. Nueva San Salvador, El Salvador, Dirección General de Investigaciones Agronómicas, 1966. Esc: 1:50,000. Color.
10. JAUCH, C. Patología Vegetal. Buenos Aires, Argentina, Ateneo, 1976. p. 218.
11. MADDEN, L. et al. FAST, a forecast system for Alternaria solani. Phytopathology. 68(9): 1354-1358. 1978.
12. MARCHIONATO, J. R. Tratado de Fitopatología. Buenos Aires, Argentina, Sudamericana, 1948. pp. 115-117.
13. MISAGHI, I. J. et al. A stem canker disease of tomato caused by Alternaria alternata f. sp lycopersici. Phytopathology. 68(1):29-34. 1978.
14. _____. Influence of environment and culture media on spore morphology of Alternaria. Phytopathology 65(8): 880-882. 1978.
15. OGILVIE, L. Enfermedades de las hortalizas. Trad. de la Ed. 1961 inglesa por Horacio Marco Moll. Zaragoza, España, Acribia, 1964. pp. 158-174.

16. SHARVELLE, E. Plant disease control. Westport, Connecticut, Eastern graphics, 1979. p. 113.
17. SHIEBER, E. y SANCHEZ, A. Lista preliminar de las enfermedades de las plantas en Guatemala. Guatemala, Ministerio de Agricultura, 1968. p. 38.
18. SHULTZ, E. Enfermedades de las plantas. México, Centro Regional de ayuda técnica, 1963. pp. 506, 584, 707, 947.
19. WALKER, J. C. Enfermedades de las hortalizas. Barcelona, España, Salvat, 1959. pp. 409-414.
20. _____. Patología Vegetal. Barcelona, España, Omega, 1973. pp. 239-245.
- * 21. WELLMAN, F. L. Dictionary of tropical crops and their diseases. London, England, The Scarecrow Press, 1977. pp. 397-401, 405.

VIII. A N E X O S



CUADRO 1. Importaciones de papa - Año 1982.

Mes	Kilogramos	Valor en moneda Nacional. (¢)
Enero	1, 871. 432	817, 052. 00
Febrero	1, 997. 374	1, 187. 843. 00
Marzo	805, 248	418, 484. 00
Abril	1, 216, 479	726, 606. 00
Mayo	1, 452, 716	792, 511. 00
Junio	1, 661. 810	881, 754. 00
Julio	1, 892, 166	1, 037. 757. 00
Agosto	2, 175. 079	1, 048. 307. 00
Septiembre	1, 931. 665	980, 895. 00
Octubre	1, 688. 252	913, 403. 00
Noviembre	1, 754. 086	909, 082. 00
Diciembre	1, 819, 921	904, 681. 00
	20, 266. 228	10, 618, 455. 00

FUENTE : Anuario Estadístico de Importaciones de Hortalizas.
1982.

CUADRO 2. Importaciones de papa - Año 1983.

Mes	Kilogramos	Valor en moneda Nacional. (¢)
Enero	1, 621. 107	720, 967. 00
Febrero	1, 210. 039	623, 323. 00
Marzo	709, 872	369, 928. 00
Abril	718, 363	190, 370. 00
Mayo	1, 026, 322	368, 049. 00
Junio	1, 021. 472	372, 551. 00
Julio	1, 235, 738	544, 049. 00
Agosto	1, 319, 713	559, 234. 00
Septiembre	1, 361, 180	705, 016. 00
Octubre	1, 542, 417	646, 316. 00
Noviembre	1, 439, 357	567, 649. 00
Diciembre	30. 000*	9, 000. 00
	13, 236. 525	5, 677, 452. 00

* Procedente de la República de Honduras.

FUENTE : Anuario Estadístico de Importaciones de Hortalizas.
1983.

CUADRO 3. Temperatura °C. y humedad relativa (%) para el mes de Febrero de 1984 en el Valle de Zapotitán.

Día	Temperatura Oscilaciones	Humedad Relativa			
		07	14	21	Promedio
1	18.3	94	39	65	66
2	18.4	94	35	77	69
3	18.2	92	41	80	71
4	13.0	91	39	85	72
5	11.0	90	46	64	67
6	12.5	89	44	73	69
7	17.0	88	23	60	57
8	17.6	86	45	74	68
9	17.8	86	41	67	65
10	17.7	87	42	80	70
11	17.3	94	43	80	72
12	17.4	94	43	77	71
13	18.7	98	39	92	76
14	17.8	96	40	85	74
15	12.7	88	40	87	72
16	14.2	95	42	84	74
17	18.8	90	34	65	63
18	15.0	78	38	83	66
19	13.7	93	53	77	74
20	12.9	92	37	83	71
21	17.3	94	38	76	69
22	13.1	92	-	86	-
23	12.6	91	51	90	77
24	10.9	95	62	90	82
25	12.6	91	59	88	79
26	16.1	81	56	88	75
27	17.3	96	53	84	78
28	8.8	69	64	68	64
29	14.8	66	52	63	60

CUADRO 4. Temperatura °C. y humedad relativa (%) para el mes de Marzo de 1984 en el Valle de Zapotitán.

Día	Temperatura Oscilaciones	Humedad Relativa			
		07	14	21	Promedio
1	21.3	71	52	86	70
2	18.6	92	49	74	72
3	19.2	85	40	88	71
4	18.5	86	53	76	72
5	16.2	94	49	88	77
6	19.9	96	49	79	75
7	15.1	93	53	73	73
8	14.8	89	54	65	69
9	18.8	87	48	85	73
10	18.9	92	42	80	71
11	15.6	86	44	78	69
12	18.1	93	43	65	67
13	22.1	94	43	76	71
14	19.9	94	47	66	69
15	19.5	89	33	74	65
16	18.8	86	-	81	-
17	14.9	80	38	88	69
18	17.6	85	59	82	75
19	13.9	93	60	84	79
20	16.5	91	45	88	75
21	15.8	87	51	88	75
22	13.5	95	63	88	82
23	17.1	94	55	81	77
24	14.6	96	54	74	75
25	17.4	96	58	74	76
26	13.2	85	56	79	73
27	17.6	94	31	79	68
28	18.9	94	-	79	-
29	17.9	91	-	61	-
30	17.3	58	34	64	55
31	18.0	83	-	84	-

CUADRO 5. Observaciones realizadas en el transcurso del cultivo de papa en el Valle de Zapotitán.

Fecha	Edad del Cultivo	Porcentaje de Incidencia		
		<u>A. solani</u>	<u>P. infestans</u>	<u>Fusarium sp.</u>
1/5/84	-	-	-	-
1/11/84	-	-	-	-
1/18/84	-	-	-	-
1/25/84	-	-	-	-
2/1/84	-	-	-	-
2/8/84	63 días	1 %	-	-
2/15/84	70 días	30 %	20 %	-
2/24/84	79 días	50 %	40 %	50 %
2/29/84	84 días	100 %	70 %	50 %
3/7/84	91 días	100 %	100 %	50 %

CUADRO 6. Efecto del riego efectuado en el Valle de Zapotitán sobre el desarrollo de las enfermedades.

Lote No.	Riego por Aspersión		Riego por Filtración		Desarrollo de la enfermedad
	Canal Abierto	Canal Cerrado	Canal Abierto	Canal Cerrado	
1	2/1/84	4/1/84			-
	24/1/84	26/1/84			-
	1/2/84	4/2/84			-
	19/2/84	22/2/84			<u>Alternaria solani</u> ,
	1/3/84	4/3/84			<u>Fusarium spp.</u> , <u>P. infestans.</u>
2	8/1/84	10/1/84			-
	22/1/84	22/1/84			-
	2/2/84	3/2/84			-
	18/2/84	19/2/84			<u>Alternaria solani</u> ,
	5/3/84	5/3/84			<u>Phytophthora infestans.</u>
3	12/1/84	12/1/84			<u>Alternaria solani</u>
	18/2/84	19/2/84			<u>Phytophthora infestans.</u>
	28/2/84	29/2/84			
	17/3/84	17/3/84			
4			27/1/84	27/1/84	-
			3/2/84	3/2/84	-
			6/2/84	6/2/84	-
			10/2/84	10/2/84	-
			5/3/84	5/3/84	-
5			10/1/84	10/1/84	-
			12/1/84	12/1/84	-
			25/1/84	25/1/84	-
			14/2/84	14/2/84	-
			24/2/84	24/2/84	-
			2/3/84	2/3/84	-

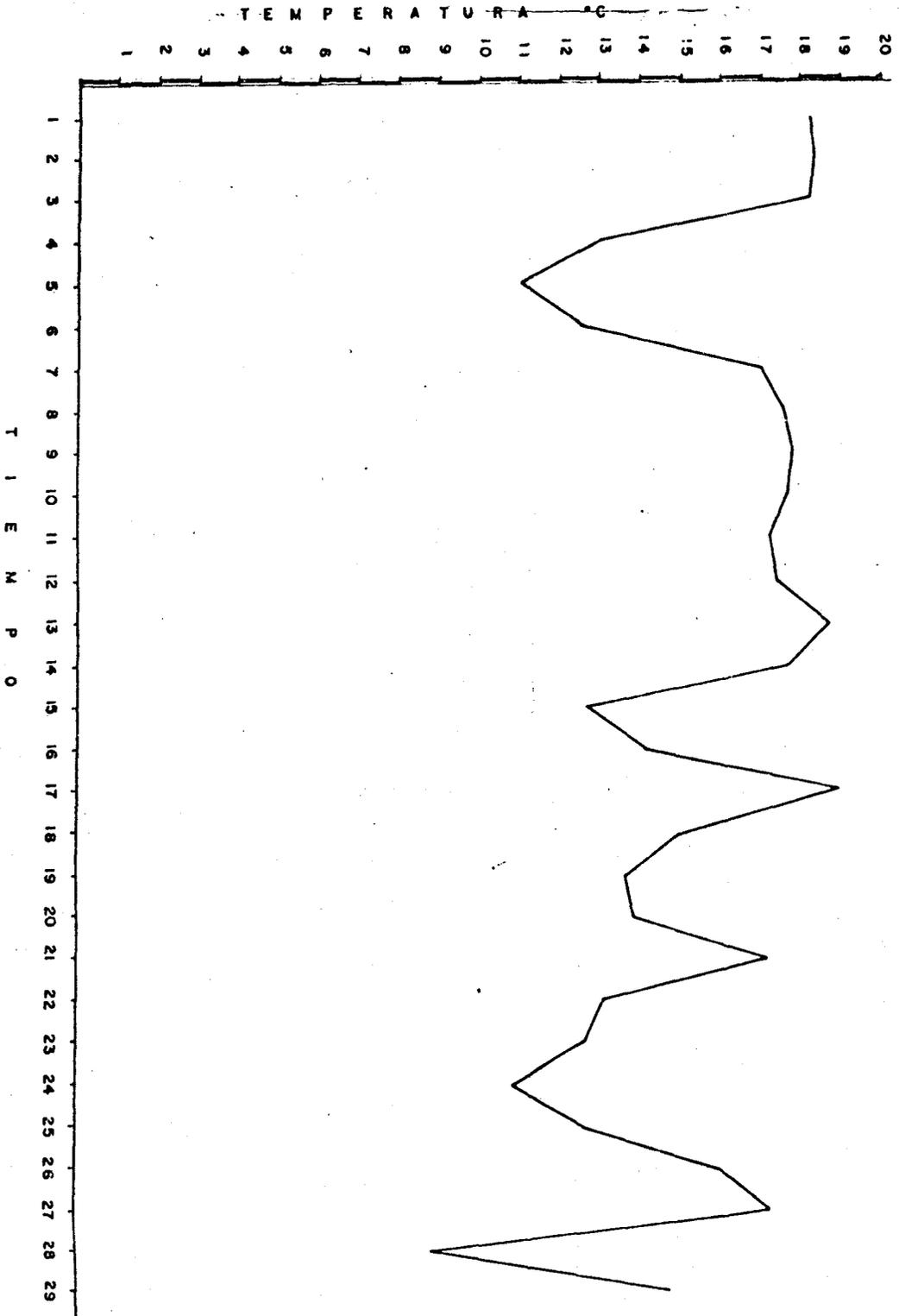


FIGURA 1. TEMPERATURA PARA EL MES DE FEBRERO DE 1984.

FIGURA 2. PORCENTAJE DE HUMEDAD RELATIVA PARA EL MES DE FEBRERO DE 1984

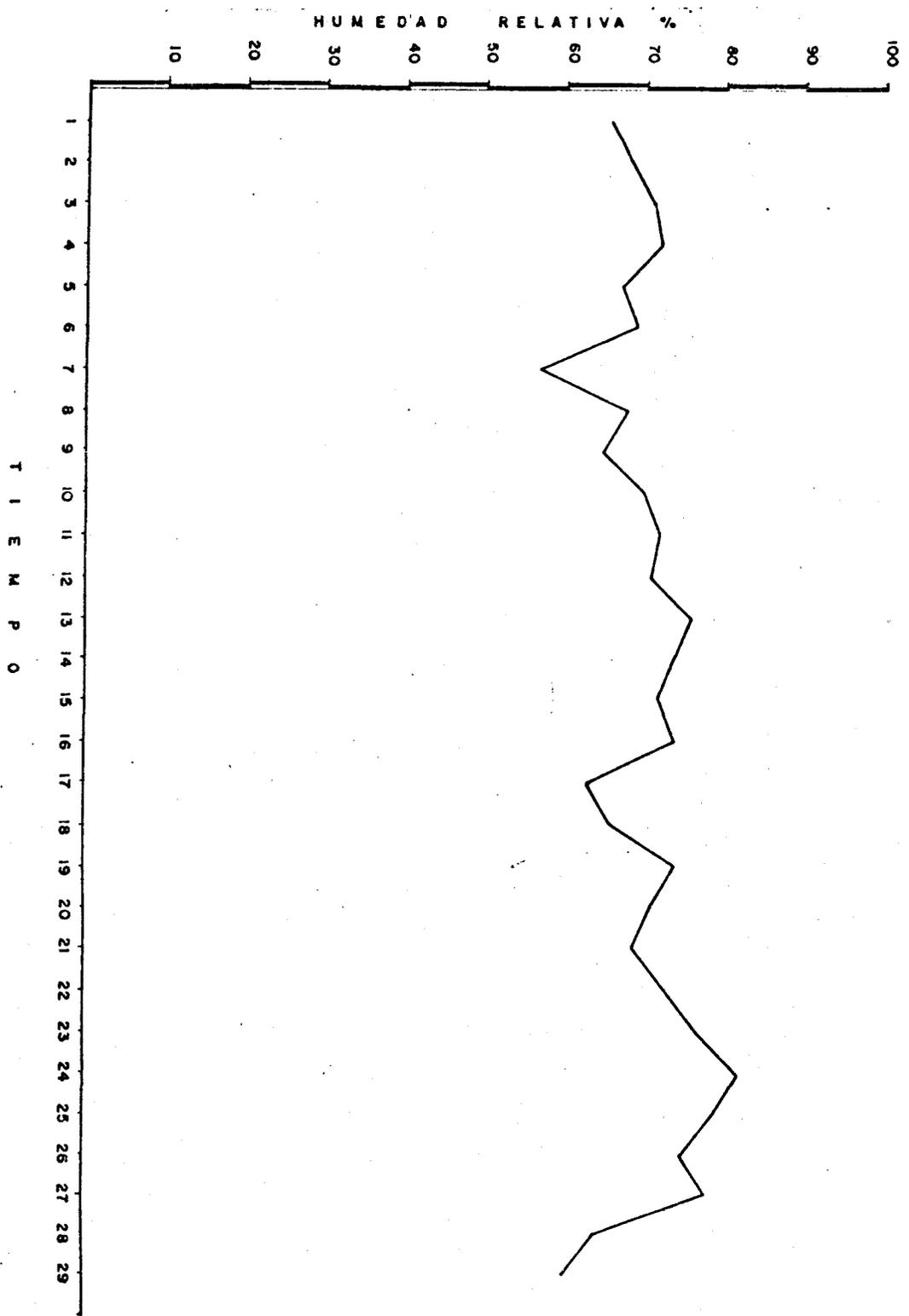
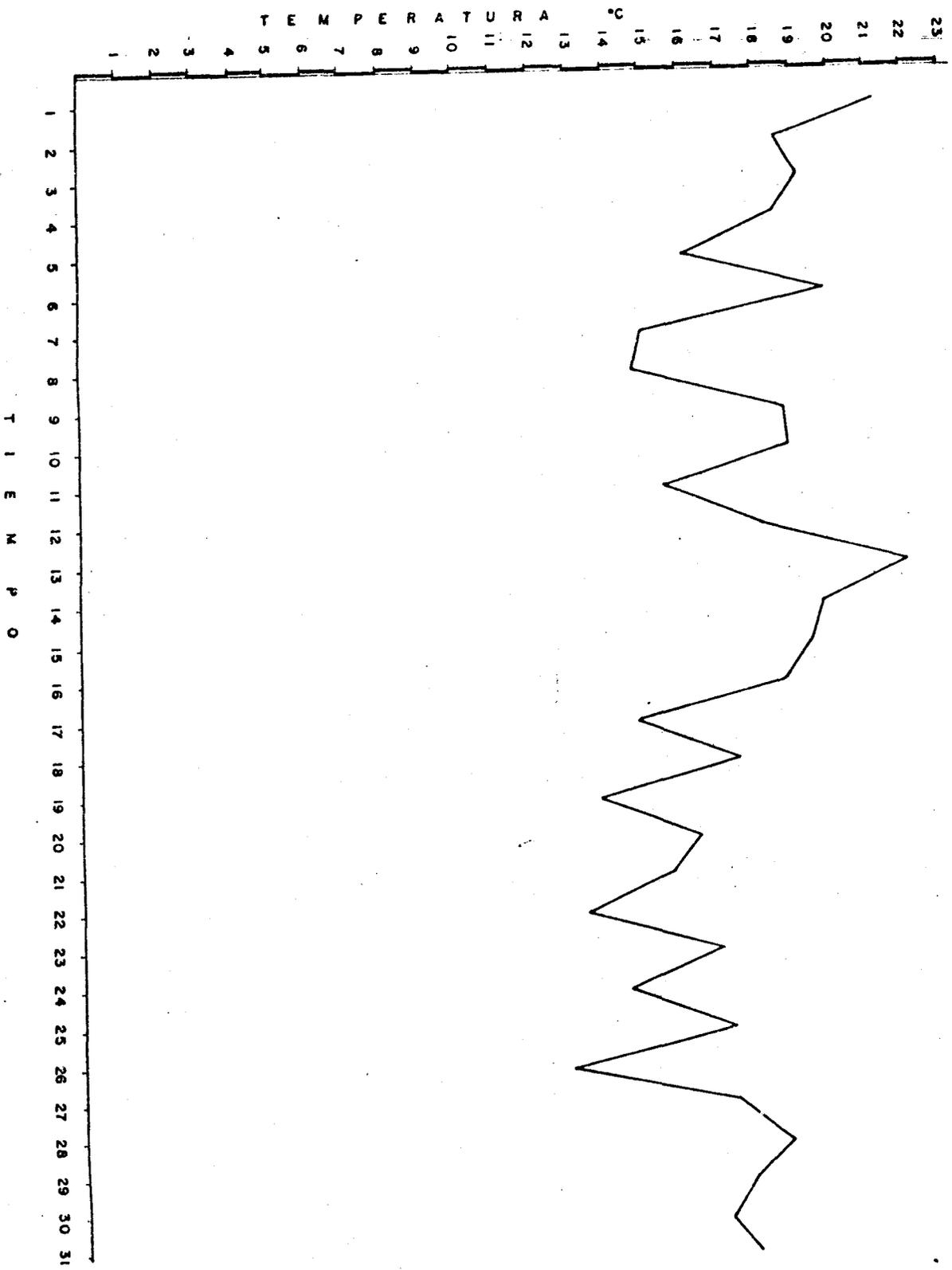


FIGURA 3. TEMPERATURA PARA EL MES DE MARZO DE 1984.



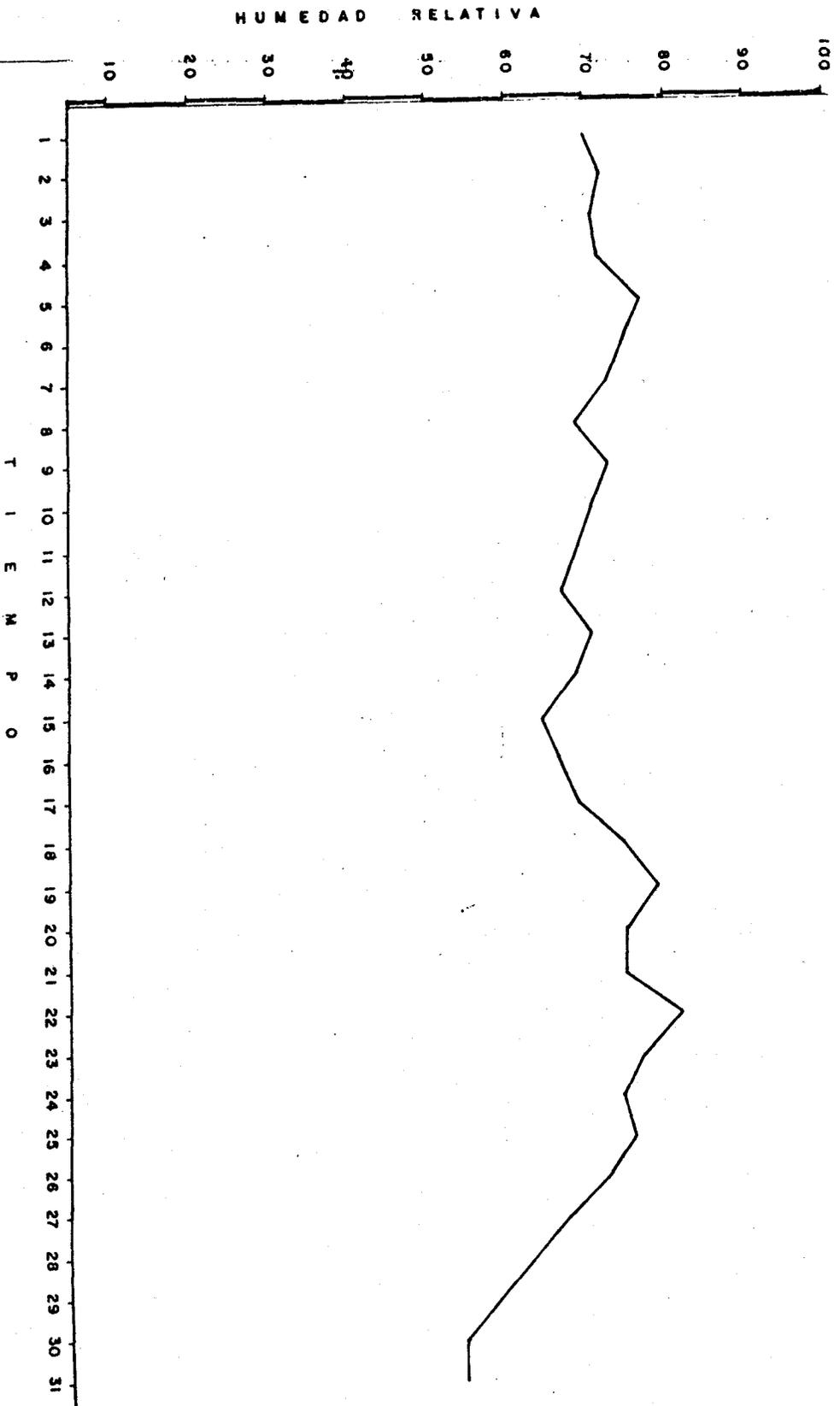
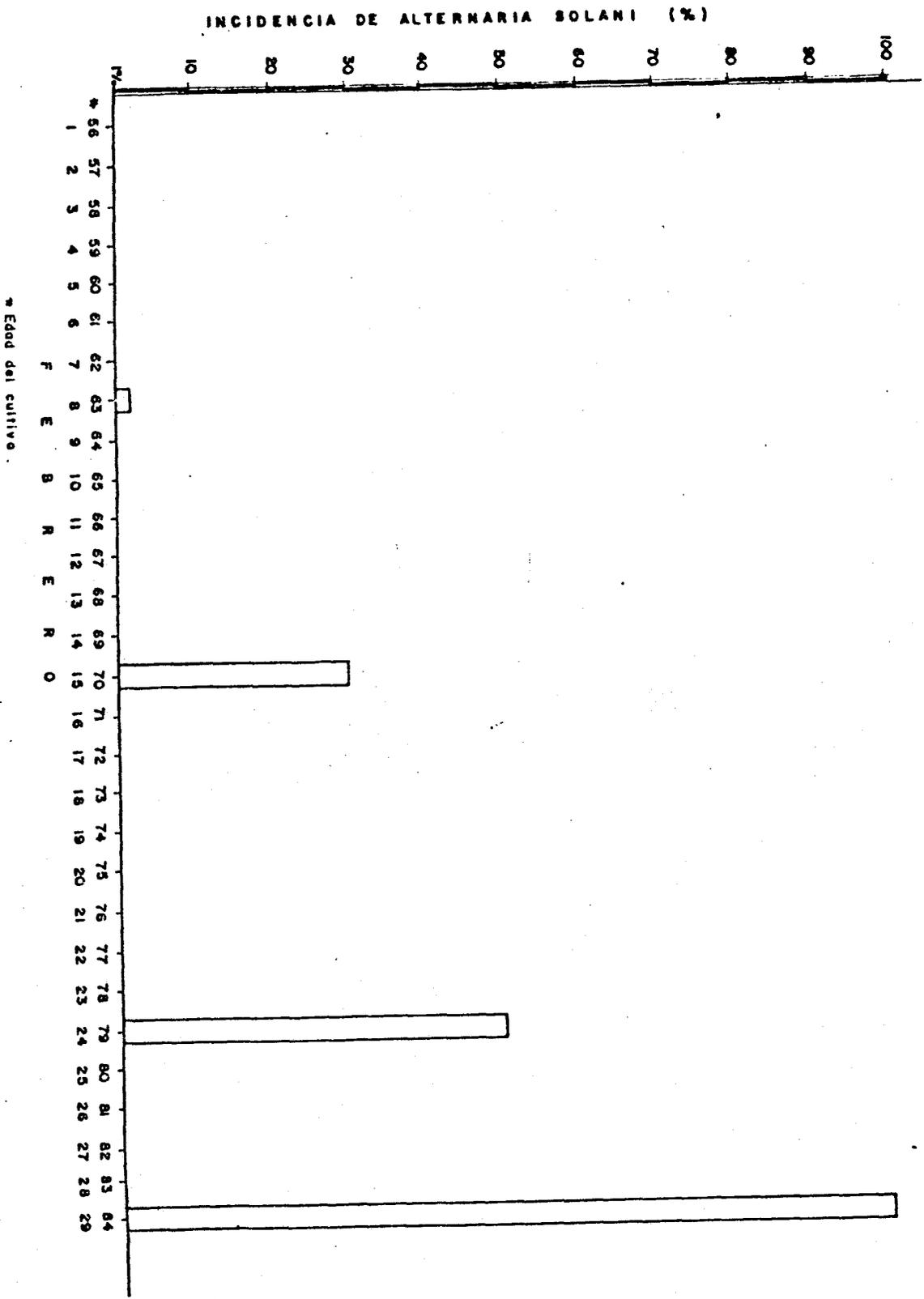


FIGURA 4. HUMEDAD RELATIVA PARA EL MES DE MARZO DE 1984.

FIGURA 5 . INCIDENCIA DE ALTERNARIA SOLANI CON RELACION A LA EDAD DEL CULTIVO DE LA PAPA .



* Edad del cultivo .

INCIDENCIA DE PHYTOPHTHORA (%)

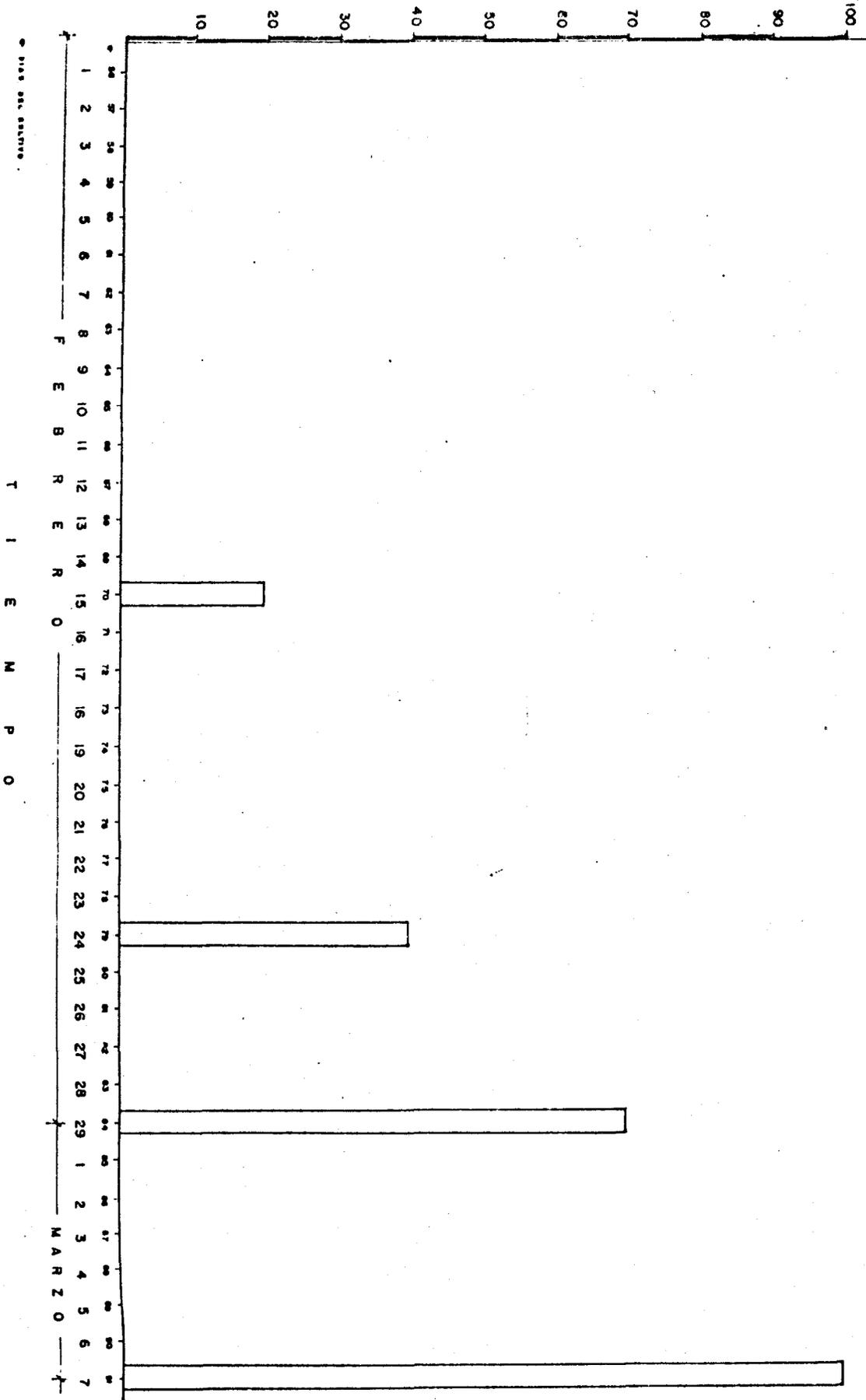


FIGURA 8. INCIDENCIA DE PHYTOPHTHORA INFESTANS CON RELACION A LA EDAD DEL CULTIVO DE LA PAPA.