

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



MARCHITEZ BACTERIAL DE LAS SOLANACEAS CAUSADA POR  
Pseudomonas solanacearum E.F. Smith

S E M I N A R I O  
(OPCION II-A)

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

PRESENTA

VICENTE MANDUJANO ALEMAN

OCTUBRE DE 1986.

T  
SB734 L.  
M3  
c.1

M

T  
SB734  
M3  
C.1

C.5



1080063913

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



MARCHITEZ BACTERIAL DE LAS SOLANACEAS CAUSADA POR  
Pseudomonas solanacearum E.F. Smith

S E M I N A R I O  
(OPCION II-A)

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

PRESENTA

VICENTE MANDUJANO ALEMAN

MARIN, N.L.

OCTUBRE DE 1986.

006931 *Bm*

T  
SB734  
H3

040.632

FA2

1986

C.5



Biblioteca C.  
Maera Solís

F. Tesis

# DEDICATORIAS

A MIS PADRES

RUBEN MANDUJANO GUTIERREZ

y

ASUNCION ALEMAN DE MANDUJANO

Por ser buenos padres, que con sus ejemplos supieron guiarme por el camino del bien, y que no escatimando sacrificios me brindaron toda la ayuda moral y económica necesaria para formar en mí un profesionalista, - que sin esa ayuda nunca las hubiera realizado, por - todo eso, con mucho amor y cariño les digo gracias.

**A MIS HERMANOS Y CUÑADOS**

MARIA ELENA - MARCO ANTONIO

ROBERTO - INOCENCIA

JAVIER - JOSEFA

JORGE LUIS - GLEDIS

BEATRIZ

Por la buena voluntad que siempre me han tenido, por depositar en mi mucha confianza por la unión familiar que hemos tenido a pesar de las distancias, por la ayuda moral y económica que ellos me brindaron y más que nada por la mucha insistencia en la realización del presente trabajo, a todos gracias.

A MI ESPOSA

FLOR ESTHELA CAMACHO DE MANDUJANO

Con amor; por formar parte importante  
en mi vida.

A MIS HIJOS

VICENTE

y

BEATRIZ

Con infinito amor y ternura.



EN MEMORIA DE MIS ABUELITOS

EDGARDO ALEMAN RAMOS (Q.E.P.D.)

y

CATARINA ARCE DE ALEMAN (Q.E.P.D.)

Con amor y cariño.

A MI ABUELITA

JOSEFA GUTIERREZ CABALLERO

Con amor y cariño.

A MIS ABUELITOS

VICENTE MANDUJANO HIDALGO

y

CATALINA RUIZ DE MANDUJANO (Q.E.P.D.)

Con cariño y admiración.

A mis familiares, con cariño porque siempre confiaron en mi, y por el apoyo moral y económico que me brindaron.

A mis familiares políticos: Por ver en mí una persona de su propia familia, por su ayuda moral y económica.

## A G R A D E C I M I E N T O S

A DIOS NUESTRO SEÑOR. Por permitirme escalar un pelda  
ño tan importante en mi vida.

A LA F.A.U.A.N.L. Porque en ella adquirí una forma- -  
ción como profesionista, que me permiti  
rá contribuir a el desarrollo del Agro  
mexicano.

AL DR. JOSE LUIS DE LA GARZA. Por su valiosa asesoría  
en la realización del presente trabajo.

AL M.C. BIOL. LUIS ANGEL VILLARREAL. Por mostrar mu--  
cho interés en la revisión y aportar va  
liosas sugerencias en este escrito.

A LA SRITA. LETY. Por contribuir en el presente escri  
to en la parte del mecanografiado.

# I N D I C E

	Página
I. INTRODUCCION . . . . .	1
II. HISTORIA Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA . . . . .	3
III. IMPORTANCIA ECONOMICA. . . . .	6
IV. DESCRIPCION TAXONOMICA Y BOTANICA DE LA BACTERIA . . . . .	8
V. RANGO DE HOSPEDEROS. . . . .	12
VI. SINTOMATOLOGIA, ETIOLOGIA Y FISIO- LOGIA DE LA ENFERMEDAD .. . . .	14
VII. METODOS DE CONTROL . . . . .	21
VIII. CONCLUSIONES . . . . .	25
IX. BIBLIOGRAFIA . . . . .	27
X. APENDICE . . . . .	30

## LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1.- Cultivos altamente susceptibles a <u>P. solanacearum</u> . . . . .	31
Cuadro 2.- Cultivos susceptibles a <u>P. solanacearum</u> . . . . .	31
Cuadro 3.- Cultivos tolerantes o resistentes a <u>P. solanacearum</u> . . . . .	32

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Distribución mundial de <u>P. solanacearum</u> . . . . .	33
Figura 2.- Distribución en México de razas de <u>P. solanacearum</u> . . . . .	34

## I. INTRODUCCION

Se puede decir que el hombre, desde que transformó su vida errante en sedentaria y empezó a domesticar a los vegetales, tuvo que enfrentar factores adversos a las cosechas y, por ende, a su bienestar.

Grandes son los perjuicios que producen las enfermedades a las plantas, tomando en consideración que, el resultado de esto es una merma económica para el campesino.

Entre las enfermedades bacterianas de las plantas cultivadas, la "marchitez bacteriana" causada por Pseudomonas solanacearum E.F. Smith, es una de las mas importantes, dado que puede producir pérdidas elevadas en papa, tomate, tabaco, berenjena y plátano, entre otras. En el plátano, se le conoce como la enfermedad "Moko del plátano".

Otros nombres que el campesino le ha dado a esta enfermedad es el de "vaquita de la papa", debido a que en los tubérculos enfermos al ser cortados por la mitad, se observó un líquido lechoso en el anillo vascular. (8)

En los EEUU, parte Suroeste, donde se ve favorecida -- por climas cálidos-húmedos se ha encontrado esta enfermedad y se le conoce como "Marchitez de Granville del tabaco" o como pudrición parda de la papa. (8,12,17 y 21)

P. solanacearum, afecta a muchas otras hospedantes, tales como plantas herbáceas silvestres y cultivadas.

La marchitez bacteriana, causada por P. solanacearum, fue descrita en 1955 por primera vez en México y se encontró afectando los cultivos de papa, jitomate y plátano. (8)

Con el conocimiento de la existencia de P. solanacearum en papa en México se dictaron medidas cuarentenarias in ternas específicamente al movimiento de papa.

## II. HISTORIA Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA

En libros japoneses escritos en 1683 se menciona una enfermedad que afectaba severamente cultivos de tabaco, cuya sintomatología es muy parecida a la causada por Pseudomonas solanacearum, según Nakamura en 1948.

En los años de 1840-44 Schonburgk observó sintomatologías similares en plantaciones de plátano en la Isla de Wakenaam (Guayana Británica). Posteriormente en 1890, Burril fue el primero en reportar la enfermedad en EEUU atacando cultivos de papa. En 1890 y 1891, Holsted observó daños muy severos causados por la enfermedad en el cultivo del tomate y en 1892 Jansen la reportó atacando cultivos de tabaco en Indonesia.

Las observaciones y trabajos sobre aislamientos y descripción del agente causal hechos por Burril y Holsted motivaron a Smith, quién llevó a cabo investigaciones en 1892 a 1896 cuyas conclusiones dieron lugar a la primer descripción adecuada de la enfermedad y clasificó al agente causal como Bacillus solanacearum, posteriormente, en 1914 la reclassificó como Pseudomonas solanacearum.

La distribución de P. solanacearum a nivel mundial es muy amplia, en los Estados Unidos se halla muy extendida en la zona del Suroeste, especialmente sobre el tomate, tabaco, papa, berenjena, pimiento y cacahuete. Es un patógeno muy frecuente en los huertos familiares de dicha zona, así como de los países tropicales. (11)

En Indonesia es una de las principales enfermedades -- del tabaco y papa. En las Islas Filipinas destruye muchos -- cultivos de tabaco, tomate y berenjena, y en otras zonas -- tropicales suele atacar a las plataneras.

La marchitez bacteriana, fue una enfermedad de distribución limitada a la papa en América Latina, por tratarse de un cultivo de clima frío. Probablemente, hubo tentativas de expandir la producción a zonas cálidas, que fracasarían a raíz de la marchitez bacteriana, la cual fue registrada a mediados de siglo en países como Brasil, Colombia, El Salvador y Venezuela. (13)

La presencia de P. solanacearum en Argentina se conoce desde hace muchos años. La primera cita bibliográfica corresponde a Zeman, quién en 1921 estudió una bacteriosis -- del bananero en los lugares de Chaco y Corrientes. (14)

En el Perú, la marchitez bacteriana se halla presente en zonas frías de la región andina y zonas cálidas y húmedas de la selva, pues ha sido observada en Piura, La Libertas, Cajamarca, Ancash (4), Huánuco (7), San Ramón y Yurimaguas. (14)

Parece ser que la enfermedad se citó por primera vez -- en Italia en 1882, sobre cultivos de tomate. Además de los países citados se ha encontrado esta enfermedad en el Japón, La India, Ceilán, Norte de Australia, Africa del Sur y, mas recientemente, en Holanda; entre otros países, (Fig. 1). (4)



En México, estudios realizados por (Fucikovsky, 1978) de la distribución de las razas de P. solanacearum, y se han encontrado que la raza 3 está presente en los estados de Chihuahua, Sinaloa, Zacatecas, Guanajuato, Michoacán, Tlaxcala, Coahuila y Nuevo León. Esta raza se detectó solamente en la papa de la variedad Alpha. La raza 1 se encontró en el estado de Oaxaca causando una marchitez en tabaco, y la raza 2 en Chiapas afectando al plátano. También se encontraron tubérculos de papa afectados en el mercado de la ciudad de Cárdenas, Tabasco, aunque no se determinó la raza.

Por todo lo mencionado, se puede decir que la bacteria se encuentra ampliamente distribuida en nuestro país, México, (Fig. 2), y que eran necesarias las medidas tomadas como la cuarentena, no sembrar papas cortadas, no sembrar en terrenos que tenían solanáceas cultivadas anteriormente, así como desinfectar externamente la semilla y usar semilla sana para la siembra. (9)

En el Estado de Nuevo León se encuentra establecida la enfermedad de la marchitez bacteriana inducida por P. solanacearum en el municipio de Galeana, N.L., atacando a la papa.

### III. IMPORTANCIA ECONOMICA

La marchitez bacteriana limita la producción de papa, especialmente la destinada a semilla, en el mundo entero. - Un requisito para el correcto manejo de la enfermedad es el conocimiento del organismo causal y de su acción. (14)

En Uruguay, mediante estudios realizados durante la - temporada de 1975, sobre un total de 29 productores paperos de la zona comprendida entre Santa Teresa y Chuy se determinó que el 59% de los productores había experimentado pérdidas debidas a la marchitez bacteriana, las cuales oscilaban entre 5 y mas del 90% de la producción. (15). Otro reporte de la Estación Experimental del Norte en Uruguay indicó que en la temporada 1975-76, la enfermedad fue detectada en casi todas las áreas paperas del Departamento de Tacuarembó, con porcentajes de infección en plantas de hasta 80%. (7)

La marchitez bacteriana, limita el cultivo de papa en Asia, Africa, América Central y América del Sur donde ocasiona severas pérdidas en los cultivos en las regiones de - climas tropicales, subtropicales y templados. (11)

Las medidas cuarentenarias necesarias para evitar la - diseminación de la enfermedad a áreas libres a menudo restringen la producción de semilla de papa y limitan la comercialización de la papa de consumo, perjudicando así la economía de la región cuarentenada. (14)

En México, la marchitez bacteriana se encuentra señalada desde 1955; sin embargo, no fue hasta 1976 cuando se observó causando graves pérdidas en el cultivo de la papa. (8). La raza 3 se ha detectado en el Estado de Sinaloa hasta en un 80% de incidencia, constituyendo un factor limitante para el cultivo. (9)

En plátano, esta enfermedad se ha extendido mucho durante los últimos años en las grandes explotaciones de la "United Fruit" y se han efectuado diversos estudios con objeto de reducir el peligro que representa, pudiendo esta enfermedad causar daños importantes. (19 y 22)

#### IV. DESCRIPCION TAXONOMICA Y BOTANICA DE LA BACTERIA

Reino - - - - - Procaryotae  
División- - - - - Prothophyta  
Clase - - - - - Schizomycetes  
Orden - - - - - Pseumonadales  
Familia - - - - - Pseudomonadaceae  
Género- - - - - Pseudomonas  
Especie - - - - - solanacearum

##### Procaryotae:

A todos los organismos que carecen de un núcleo organizado y limitado.

##### Prothophyta:

Se consideran como organismos más sencillos del reino vegetal. Son microscópicos, unicelulares, con o sin clorofila, y a veces con pigmentos muy diversos, con o sin flagelos y con células que aparecen aisladas o reunidas en grupos llamados cenobios.

##### Schizomycetes:

Están desprovistos de clorofila, son principalmente heterótrofos, aunque ciertos grupos tienen nutrición autótrofa debido a procesos químicos muy complejos. Sus células se encuentran libres y a veces, forman cenobios, los cuales presentan aspectos filiformes, laminares, de masas mucilaginosas (zoogleas).

**Pseumonadales:**

Células cocoides, bastoncillos rectos o curvos, o de forma espiral. A veces se presentan como cadenas de células, estas pueden contener pigmentos fotosintéticos de color púra o verde. Usualmente móviles con auxilio de flagelos polares a veces inmóviles.

**Pseumonadaceae:**

Células alargadas, rectas a veces cocoides, se mueven por medio de flagelos polares, sueltos o en penachos, pequeños o grandes. Algunas especies son inmóviles. Generalmente gram negativos, aerobios estrictos.

Pseudomonas:

Bastones rectos o curvos, con dimensiones de 0.5 a 1 X 1.5 a 4 m. Se desplazan por medio de uno a muchos flagelos polares. Muchas especies son habitantes comunes del suelo o de ambientes marinos y de agua dulce.

P. solanacearum:

Tiene un flagelo polar, causa la marchitez bacteriana de las solanáceas y otras plantas cultivadas. (12)

**Botánica de la bacteria:**

Los caracteres principales de la especie tipo son: forma de bastoncillos gram negativos.

Colonias en gelatina: Pequeñas, delgadas, lisas, de borde fino, blanquecinas, brillante húmedas.

Picadura en gelatina: Blanca, circular, brillante y sin licuar el medio.

Colonias sobre agar: Primero blancas, luego agrisadas y, finalmente, parduzcas, circulares y húmedas.

En caldo nutritivo: Turbidez con sedimento blanco.

En leche con tornasol: la pone azul oscuro sin coagularla.

Papa: primero, blanco-grisáceo; luego, moreno y, finalmente, negro o casi negro. Reduce los nitratos. Forma amoníaco en abundancia. No forma indol ni ácido sulfhídrico. No produce gas ni ácido en los medios con carbohidratos. No hidroliza el almidón. Temperatura óptima de desarrollo: de 35 a 37° C. (11, 19 y 20).

Razas fisiológicas de la bacteria:

En la actualidad se conocen 3 razas fisiológicas de P. solanacearum, pudiéndose clasificar de acuerdo a los hospederos atacados bajo condiciones de campo, expresión de los síntomas en una serie de hospederos diferenciales y por apariencia de las colonias sobre un medio de cultivo, conteniendo cloruro de tetrazolium.

La raza 1 afecta al tabaco, tomate, berenjena, ají, - otras solanáceas y ciertos plátanos diploides; es común en climas cálidos y en regiones bajas de la zona tórrida.

La raza 2 causa marchitamiento en plátanos triploides, abacá y Heliconias.

La raza 3 afecta principalmente a la papa. En contraste con la raza 1, es mas común en altitudes o latitudes mayores. (2)

El sistema de clasificación en bioformas fue elaborada por Haywar (1964), quien estableció 4 biotipos, en base a la utilización de los disacáridos, lactosa y maltosa, y en la oxidación de los alcoholes (hexosas) manitol y sorbitol.

Raza 1 = bioformas 1, 3 y 4 aisladas de no musáceas.

Raza 2 = son las aisladas de musáceas.

Raza 3 = bioforma 2.

## V. RANGO DE HOSPEDEROS

La marchitez bacteriana inducida por P. solanacearum E. P. Smith es un patógeno que afecta gran número de plantas - cultivadas y silvestres entre las que se incluyen la papa y otras solanáceas de importancia económica, así como al plátano. (11 y 20)

A partir de la primera identificación de la bacteria - se intensificaron las investigaciones en todo el mundo, y - para 1953 el patógeno fue detectado, aislado e identificado en más de 100 especies de 36 familias de plantas cultivadas y silvestres en 53 países del mundo. (9)

Estudios realizados por Belalcazar, Uribe y Thuston - (1968) en Colombia, mostraron que la bacteria puede afectar gran número de malezas, incluyendo el nabo (Brassica cam- - pestris), los llorones (Solanum caripensis), ñoque (Datura stramonium), uchuva (Physalis peruviana), hierbamora (Sola- num nigrum), además comprobaron que otras malezas pueden ac- tuar como portadoras de la bacteria sin mostrar ningún sín- toma como es el caso de Chenopodium amaranticolor, Ch. am- - brosioides, Ch. peniculatum, Gnaphalium elegans, Rumex ace- togella, R. crispus, Spergula arvensis, Verbena brasilien- - sis y Soliva abthemidefolia.

Por todo lo anterior, se puede decir que P. solanacea- rum, agente causal de la enfermedad de la marchitez bacte- - riana, ataca a varias familias de plantas, siendo altamente susceptibles los siguientes cultivos: Papa, tomate, tabaco,



berenjena, pimiento y plátano (ver Cuadro 1), los cultivos susceptibles son: chile, cacahuate, heliconias, llantén - - (ver Cuadro 2). Dentro de los cultivos tolerantes se encuentran: el frijol, algodón, melón, sandía, calabaza, papaya, soya, jute, caña de azúcar, arroz, maíz y sorgo (ver Cuadro 3).

## VI. SINTOMATOLOGIA, ETIOLOGIA Y FISIOLOGIA DE LA ENFERMEDAD

La bacteria penetra a las plantas a través de heridas (1) y se distribuye en el follaje en forma sistemática (8) para causar en la mayoría de los hospedantes un amarillamiento del follaje, detención del crecimiento, marchitamiento y muerte prematura de la planta. La expresión de los síntomas varía con la especie y edad de la planta afectada, condiciones del medio ambiente, y humedad del suelo, siendo las plantas jóvenes suculentas las que muestran un marchitamiento y colapso más rápido. (10)

Una vez que el patógeno penetra a las raíces alcanza las células jóvenes del xilema, alimentándose de la savia del mismo y del parénquima adyacente. Los vasos se taponan por polisacáridos producidos por la bacteria como resultado de su multiplicación, y por ella misma (11 y 21). Un exudado extracelular formado alrededor de la bacteria incrementa la viscosidad del líquido en los vasos y reduce el flujo de agua en las plantas enfermas. (9)

La bacteria secreta enzimas pectolíticas y celulólicas (21), las cuales están asociadas con la patogenicidad (1), decolorando y destruyendo el tejido vascular, de donde sale un exudado pegajoso al cortar los tallos. (1 y 21)

En la papa, P. solanacearum causa síntomas en órganos aéreos y subterráneos.

En la parte aérea de la planta, los síntomas son el marchitamiento, el enanismo y el amarillamiento del follaje, el marchitamiento causado por P. solanacearum es parecido al que es causado por falta de agua, por otros patógenos, o por daños mecánicos (14), pero comunmente la marchitez bacteriana es inicialmente unilateral, afectando los folíolos de un lado de una hoja, las hojas de un lado de un tallo, o un tallo sí y el otro no. (21)

Sobre la papa, los folíolos toman un color bronceado, se arrugan y mueren, y las hojas pueden marchitarse, los síntomas vasculares del tallo se presentan como una coloración parda. (11)

Un corte transversal de un tallo joven de papa que esté enfermo pone al descubierto una coloración marrón del sistema vascular y con una ligera presión, suele exudar un líquido mucilaginoso lechoso. Al hacer un corte longitudinal, se observan delgadas franjas oscuras debajo de la epidermis. (9)

En los síntomas de las partes subterráneas, los tubércu los infectados no siempre muestran síntomas. En el caso de infecciones severas, sin embargo, el exudado bacteriano se aglutina en los ojos o en la cicatriz del estolón de los tu bérculos y hace que la tierra se quede adherida a ellos. (14)

Un tubérculo cortado presenta a menudo una coloración parduzca en el anillo vascular. Una ligera presión hace bro

tar del anillo vascular el mucílago típico, que tiene aspecto de "pus", o el mucílago mana naturalmente. En estados más desarrollados de la enfermedad puede desintegrarse el anillo vascular, o todo el tubérculo. (11)

#### Sintomatología en el plátano:

En la enfermedad Moko del plátano, las plantas jóvenes se marchitan con rapidez y mueren, las hojas centrales se doblan en ángulo agudo sin que se amarillen. En las plantas adultas, las hojas internas en primer término adquieren un color amarillo sucio casi al nivel del pecíolo, éste se degrada y la hoja se marchita y muere. (1). Al mismo tiempo, un número cada vez mayor de las hojas circunvecinas se debilita y muere desde el centro hacia afuera hasta que todas las hojas se debilitan y desecan. (4)

El crecimiento de los frutos en plantas infectadas, en caso de que se hubiese iniciado, se detiene. Los dedos del plátano se deforman, ennegrecen y arrugan. En caso de que los frutos casi hayan llegado a la madurez cuando son infectados, es posible que no muestren síntomas externos, pero la pulpa de algunos dedos puede estar manchada y descompuesta. Cuando se observa un corte transversal, de pseudotallo de una planta de plátano infectada, muestra muchos haces vasculares manchados, de color amarillo verdoso a pardo rojizo o casi negros, particularmente en las vainas foliares internas y en el pedicelo del fruto. Pueden producirse varias pústulas bacterianas y la descomposición del pseudotallo, rizoma y más notablemente de los frutos individuales, que -

se llenan de una sustancia gomosa oscura. De hecho, la pulpa de dichos plátanos se seca y se forma un residuo almidonado de color gris que sale a borbotones cuando se desprende de la cáscara. (1,3 y 4).

Las plantas de berenjena afectadas por la enfermedad muestran una flacidez parcial o total a un lado de la nervadura principal, y distorsión foliar, en otros casos, seguido por un marchitamiento total de las hojas. (10)

Estudios histológicos en plantas enfermas de tabaco, demuestran la presencia de numerosas tilosas en los vasos del xilema, incrementándose la actividad meristemática en las células del parénquima alrededor de los vasos afectados. Esto se puede explicar como una respuesta del hospedero a altas cantidades de sustancias de crecimiento que se encuentran fuera de los vasos invadidos, tales como ácido indol-3 acético, el cual se produce en cantidades mayores en plantas atacadas, dando como resultado la formación de raíces adventicias. (16)

En algunas plantas, como el caso del tomate, puede producirse un desarrollo excesivo de raíces adventicias. (1)

#### Etiología:

El origen de esta enfermedad es la bacteria Pseudomonas solanacearum, E.F. Smith, de la cual se han podido separar numerosas razas o subespecies. Buddenhagen y Kelman han distinguido tres grupos, por ellos llamados razas, comprendiendo cada uno numerosos tipos patogénicos o patotipos: la

raza 1 ataca a las solanáceas y a otros huéspedes, es decir que es bastante polífaga; la raza 2, al bananero y al género Heliconia, y la 3, a la papa.

Pero todos los aislamientos virulentos de P. solanacearum producen un polisacárido de elevado peso molecular, mucoso, extracelular, cuya acción da lugar al aumento de viscosidad del líquido que va ocupando los vasos, dificultando así la circulación de la savia. También producen gran cantidad de etileno in vitro, cuyos efectos es posible que se ejerzan también in vivo como un tóxico.

Durante la enfermedad se produce un enorme aumento en la formación de ácido indol - 3 - acético; lo que es debido, según Ercolani, no tanto a lo que produzca la bacteria, sino a la inactivación de los sistemas de degradación de dicha auxina en la planta, esta producción excesiva de heteroauxina puede explicar el anormal crecimiento de las células adyacentes a los vasos, lo que da lugar a las tilosis. (1 y 21)

Temperatura de desarrollo y condiciones climáticas.- -  
(13) Menciona las investigaciones de varios científicos en cuanto a temperatura, pH, punto termal de mortalidad, tipo de suelos, humedad del suelo y humedad relativa necesarios para el crecimiento y multiplicación de la bacteria:

Temperatura.- En medios de cultivo tiene mínimas de 8-15° C, óptimas de 27-37° C y máximas de 35-41° C.

pH.- Mínimo 4.2 a 6.0, óptimo 6.5 a 7.5 y máximo de 8.0 a 9.0.

Punto termal de mortalidad.- de 45 a 55° C.

Tipo de suelos.- Desde textura ligera, hasta textura pesada cuyo pH varíe de 5.0 a 8.5.

Humedad del suelo y humedad relativa.- Alta en ambos casos.

Fisiología de la enfermedad:

La bacteria P. solanacearum inverna en las plantas enfermas o en los restos de plantas, en órganos de propagación vegetativa, como es el caso de los tubérculos de papa y los rizomas del plátano, sobre las semillas de algunas plantas hospederas. (20). El agente patógeno habita en el suelo y persiste en algunos terrenos durante muchos años. (1 y 21). Los tejidos infectados dañados o descompuestos dejan bacterias en el suelo. Las bacterias se diseminan a través del agua del suelo, semillas infectadas o contaminadas, rizomas, transplantes, etc; mediante cuchillos contaminados que se utilizan para cortar los tubérculos y rizomas, o para podar, los succionadores y, en algunos casos, mediante insectos. El patógeno penetra las plantas a través de heridas producidas en las raíces por equipo agrícola, nemátodos, insectos, etc. y también por las hendiduras donde emergen las raíces secundarias.

Las bacterias llegan a los grandes vasos xilemicos, y a través de ellos se propagan en la planta. A lo largo de los vasos pasan hacia los espacios intercelulares de las células parenquimatosas de la corteza y médula, degradan las

paredes celulares y forman cavidades llenas de masas mucilag  
ginosas de bacterias y restos de células. (1)



## VII. METODOS DE CONTROL

El control de P. solanacearum es difícil debido a su amplia gama de hospedantes, su sobrevivencia en el suelo y su variación biológica.

### Control cultural:

Para la siembra se deben utilizar tubérculos, transplantes, rizomas y otros órganos libres de bacterias, y las herramientas, tales como los cuchillos, deben desinfectarse sumergiéndolos durante 10 segundos o más en una solución de formaldehído al 10% cuando se utilicen de planta en planta.

Durante la labranza, evítense las lesiones en raíces y estolones. Se ha observado que la incidencia de la enfermedad se reduce con una labranza mínima durante la temporada de cultivo.

Las plantas de plátano enfermas y los rizomas deben cortarse y quemarse, al igual que las plantas en torno a ellos que estén infectadas, aún cuando no muestren todavía los síntomas de la enfermedad.

Los suelos infestados pueden recuperarse manteniéndolos barbechados durante casi un año y al cultivarlos con frecuencia con rastra de discos durante la estación seca a fin de acelerar la desecación de los órganos de las plantas y quizá la muerte de las bacterias que producen la enfermedad.

Rotación de cultivos.- La rotación de cultivos con - -

plantas no hospedantes reduce el potencial de inóculo en el suelo. Hay que considerar que las plantas espontáneas de papa y las malezas, especialmente de la familia de las solanáceas, son hospedantes de P. solanacearum. Debido a la amplia gama de hospedantes, la rotación de cultivos puede no ser la medida más práctica donde predomina la raza 1. (11)

Control Biológico:

Existen varios organismos antagónicos, principalmente en los grupos de Streptomyces, Bacillus, Trichoderma. Un levantamiento de la microflora del suelo, reveló grandes cantidades de Streptomyces griseus, con aislamientos altamente antagónicos a P. solanacearum.

Un Aspergillus sp. antagónico fue también estudiado en una parcela aplicándolo al suelo asociado con pasto Guatemala. La tasa de marchitez disminuyó de 71 a 20% en la primera siembra de papa y a 0% en la segunda.

Estas observaciones muestran que es posible usar microorganismos antagónicos en la erradicación de la marchitez, siempre y cuando el terreno les sea favorable. (16)

Control Genético:

Hasta ahora, el único control más efectivo ha sido a través de variedades genéticamente resistentes a P. solanacearum.

Cuando se buscan fuentes de resistencia genética se presenta el problema de la enorme variabilidad y complejidad

dad del patógeno que existe en una serie de patotipos de la papa (el hospedante) con el ambiente (sobre todo las temperaturas) y con el tipo de suelo. (14)

La resistencia no es general si no específica a patovares. Un patovar de un lugar, puede vencer la resistencia efectiva en otro lugar. Más de un patovar puede estar presente en un campo dado. Todo el material con resistencia genética que se ha desarrollado en los últimos años proviene de algunos clones de Solanum phureja, para papa, con altos niveles de resistencia a la bacteria, French considera que la resistencia a la bacteria, French considera que la resistencia es adecuada para climas fríos.

En tomate, las primeras líneas con niveles prometedoros de resistencia a la bacteria fueron encontradas en 1943 con la cruce de Louisiana X Belteville No. 3814, en la estación agrícola experimental de Carolina del Norte, EEUU. (5 y 10)

En berenjena la resistencia a la bacteria ha sido encontrada en muchas variedades nativas e incorporada a variedades aceptables comercialmente en Puerto Rico, y otros países. (9). Las variedades que en diferentes regiones del mundo han mostrado más altos niveles de resistencia al patógeno son Long Green, Camuy, Terong Kopek, Terong Gowok. (7)

#### Control Químico:

Tratando de controlar a esta bacteria en varios cultivos se han evaluado gran cantidad de productos químicos; -

aunque muchos reducen la incidencia de la enfermedad, algunos causan fitotoxicidad.

Entre los productos evaluados están: Maneb, Mancozeb, Clorotion y Ceresan, y se ha informado que decrecen la incidencia de la enfermedad, en suelos inoculados con P. solanacearum. (19)

El sulfato de cobre al 5% en cantidad de 5 lts/m<sup>2</sup> redujo la marchitez de 15 y 60 a 0% en dos parcelas. (2)

El Maneb a 1 y 10 gr, Captan a 10 gr y Mancozeb a 5 y 10 gr protegieron a las plantas de papa de la infección por P. solanacearum. (22)

## VIII. CONCLUSIONES

Basándose en la evidencia actual, se puede concluir -  
que:

- 1.- Es una necesidad promover la realización de más estudios en el campo de epidemiología de Pseudomonas solanacearum.
  - 2.- La agresividad de P. solanacearum parece estar ligada a la especialización fisiológica, siendo la raza 1 la más dañina al afectar mayor número de huéspedes.
  - 3.- La comercialización de semilla de papa, u otro material vegetal y el uso de maquinaria contaminada, aparecen como los principales agentes de diseminación.
  - 4.- Es necesario intensificar los programas de producción de semilla certificada e introducir en los mismos los materiales resistentes disponibles al momento.
  - 5.- Para un buen control de esta enfermedad, como medida más efectiva se deben usar materiales resistentes, los terrenos contaminados estarán bajo rotación de cultivos con plantas que han mostrado antagonismo a la bacteria, tales como: sorgo forrajero, maíz para ensilaje, pasto Guatemala, y ciertas variedades de avena, cebada, trigo y triticale.
  - 6.- La rotación de cultivos debe de ser observada durante tres años por lo menos, no sembrando en este intervalo plantas susceptibles o tolerantes a la bacteria. El te-
-

rreno debe estar siempre cultivado en este período, evi-  
tándose la invasión de malas hierbas que puedan abrigar  
a la bacteria.

7.- El control químico no es muy recomendable, por el pro-  
blema que algunos productos químicos causan a la planta  
como son: fitotoxicidad, además de que todavía se están  
estudiando.

## IX. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Agrios, G.N. 1978. Plant Pathology. (2nd ed.). Academic Press. 517, 518 y 519 p.
- 2.- Buddenhagen, I.W., L. Sequeira L. and A. Kelman. 1962. Designation of races in Pseudomonas solanacearum. Phytopathology 52: 726. (Abstr.).
- 3.- Champion, J. 1968. El plátano. Editorial Blume, Barcelona, España. 162-163 pp.
- 4.- Feakin, D.S. 1972. Pest control in bananas, Centre for Overseas Pest Research. London. P.M. 36-42 pp.
- 5.- Feldermesser, J. y R.W. Goth. 1970. Association of a knot with bacterial with of potato. Phytopathology 60 p.
- 6.- French, E.R. y J.A. Herrera. 1971. La marchitez bacteriana de la papa. Ofic. Inf. Téc. Min. Agric. Divulgación 34. Lima, Perú. 6 p.
- 7.- French, E.R. 1977. Enfermedades bacterianas de la papa en Latinoamérica. Fitopatología 12(2): 87-96.
- 8.- Fucikovsky, Z.L. 1976. La vaquita de la papa. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 6 p.
- 9.- Fucikovsky, Z.L. y M.C. Rodríguez. 1978. La situación de Pseudomonas solanacearum en México. VIII Congreso de Fitopatología. Sociedad Mexicana de Fitopatología. 117 p.

- 10.- Herrera, I.A. y E.R. French. 1970. Strains de Pseudo--monas solanacearum aislados de papa en el Perú. In Investhnes Agropec. Perú. 1: 47-52.
- 11.- Hooker, J.W. 1981. Compendium of potato diseases. Published by The Am. Phytopathol. Soc. 29-31 pp.
- 12.- Horst, K.R. 1978. Westcott's plant disease handbook. - (4th ed.). Van Nostrand Reinhold Co., New York. 86 p.
- 13.- Kelman, A. 1953. The bacterial with caused by Pseudo--monas solanacearum. N.C. Agric. Exp. Stn. Tech. - Bul. 99, 194 pp.
- 14.- Martín, C. y E.R. French. 1984. Marchitez bacteriana de la papa, Pseudomonas solanacearum. Bol. Inf. - Téc. 13, CIP, Lima, Perú. 21 p.
- 15.- Moscardi, C. y S. García. 1975. La podredumbre parda de la papa en el Uruguay, CIA. "Alberto Boerger". Est. Exp. Granjera "Las Brujas", Inf. Téc. (Mecanografiado).
- 16.- Sequeira, L. y A. Kelman. 1962. The acumulation of - - growth substances in plants infected by Pseudomo--monas solanacearum. Phytopathology 439-448.
- 17.- Strobel, A.G. and D.E. Mathre. 1970. Outlines of plant pathology. Van Nostrand Reinhold Co. New York. 309, 314, 316 y 412.



- 18.- Torres, E.M. 1975. Situación de la marchitez bacteriana en el Departamento de Huánuco. I Forum Nacional sobre la marchitez bacteriana en el cultivo de la papa. Huánuco, Perú. 19-21 pp.
- 19.- Urquijo, L.P., S.J. Rodríguez y A.G. Santaolalla. 1971. Patología vegetal agrícola. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 88-91 pp.
- 20.- Walker, J.C. 1959. Enfermedades de las hortalizas. Salvat Editores, S.A. Barcelona-Madrid. 387, 388, 530 y 531 pp.
- 21.- Walker, J.C. 1975. Patología vegetal. Tercera edición. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. 155-159 pp.
- 22.- Zadoks, J.C. and R.D. Schein. 1979. Epidemiology and plant disease management. Oxford University Press. New York. 209 p.

Cuadro 1.- Cultivos altamente susceptibles a P. solanacearum.

---

Papa	Berenjena
Tomate	Pimiento
Tabaco	Plátano

---

Cuadro 2.- Cultivos susceptibles a P. solanacearum.

---

Chile	Heliconias
Cacahuate	Llantén

---

Cuadro 3.- Cultivos tolerantes o resistentes a P. solana-  
cearum.

---

Frijol	Calabaza	Caña de azúcar
Algodón	Papaya	Arroz
Melón	Soya	Maíz
Sandía	Jute	Sorgo

---

Fig. 1.- Distribución mundial de P. solanacearum  
copiado de Feakin 1972.



PLANISFERIO

REPÚBLICA MEXICANA

- Raza 1
- ▲ Raza 2
- Raza 3

GOLFO DE MEXICO

OCEANO PACIFICO

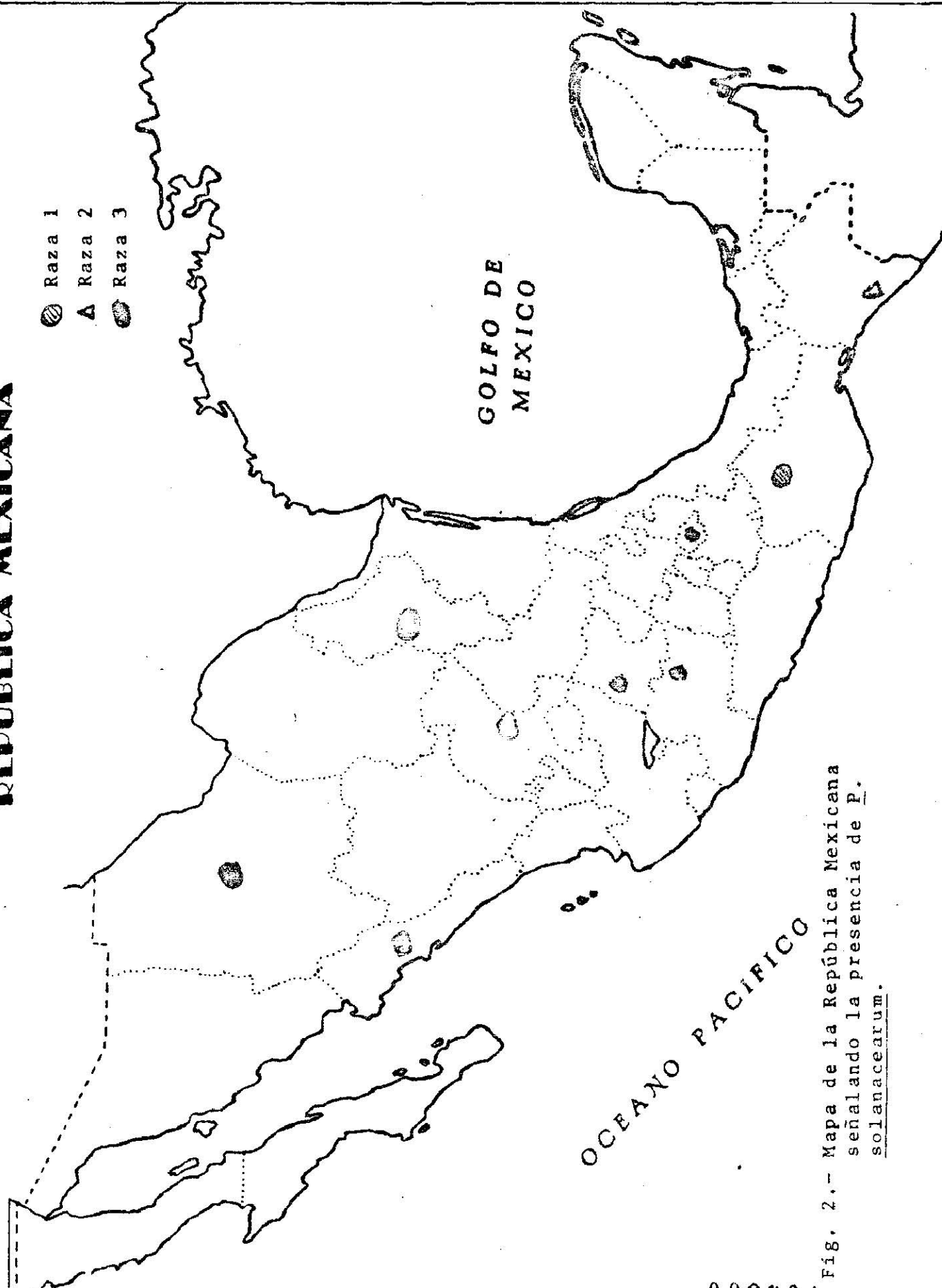


Fig. 2.- Mapa de la República Mexicana señalando la presencia de P. solanacearum.

006931

