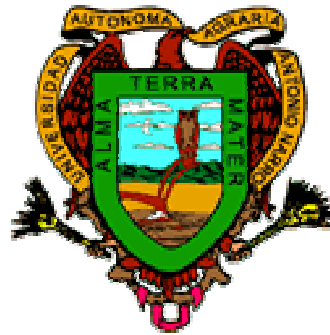


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMIA



Complejo de Punta Morada de la Papa (*Solanum tuberosum* L.), Insectos  
Vectores, Hongos y Fitoplasmas. Alternativas para su manejo.

Presentado por:

JOSE RENE MORENO LOPEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITOLOGO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Marzo del 2004

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA

Complejo de Punta Morada de la Papa (*Solanum tuberosum L.*), Insectos

Vectores, Hongos y Fitoplasmas. Alternativas para su manejo

Por:

JOSE RENE MORENO LOPEZ

TESIS

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO

REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITOLOGO

APROBADO POR:

EL PRESIDENTE DEL JURADO

---

DR. ALBERTO FLORES OLIVAS

---

M.C. JUAN HERRERA GUERRERO

SINODAL

---

DR. OSWALDO GARCIA MARTINEZ

SINODAL

---

M.C VICTOR MANUEL PARGA TORRES

SINODAL

---

ING. A. JORDAN ZUÑIGA ALVAREZ

SINODAL

EL COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMIA

---

M.C. ARNOLDO OYERVIDES GARCIA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO, MARZO DEL 2004

## **AGRADECIMIENTO.**

Con cariño a la UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO, por haberme abierto las puertas, por brindarme todos los sabios conocimientos para poder culminar mi carrera profesional, además de inculcarme a ser un profesionista que sepa resolver las adversidades que se presentan en la vida.

Al Departamento de Parasitología, principalmente a los maestros por darme sus conocimientos y a todas las persona que ahí trabajan por su gran atención brindada.

Expreso mi humilde y profundo agradecimiento al Dr. Alberto Flores Olivas, por confiar en mi y por la oportunidad brindada para realizar esta investigación, por su magnifica accesoria y por su gran apoyo para la culminación de la tesis.

Al Dr. Oswaldo García Martínez, por su valiosa aportación, en la culminación de esta investigación, por su magnifica y acertada accesoria para la culminación de este trabajo.

Al Ing. A. Jordan Zúñiga Álvarez, por el gran apoyo que me dio para poder realizar la investigación de campo.

Al M.C. Juan Herrera Guerrero por su valiosa aportación para realizar la investigación de campo y por brindar el apoyo necesario para llevar acabo satisfactoriamente este trabajo.

Al M.C. Victor Parga Torres por formar parte del comité de asesorados

A todos mis compañeros de la generación XCVI y a todas aquellas personas que de una o de otra forma participaron en mi formación durante mi estancia en esta Universidad.

## **DEDICATORIA.**

A dios por haber dado la salud durante la carrera, por saberme guiar en aquellos momentos difíciles que se presentan en la vida, por permitirme lograr uno de mis objetivos principales que tenia planteado realizar en mi vida y por darles vida a mis padres que para mí soy un gran tesoro.

### **A MIS PADRES:**

Raúl Moreno García

Martha López Santiago

A él quien a través de sus esfuerzos y sufrimientos me ha dado uno de los valores más valiosos, por que sé que para apoyarme trabajaste bajo el sol todos los días y te preocupaste en tener todo lo necesario para que yo no sufriera y seguir adelante sin ningún obstáculo. Gracias a ti padre soy alguien en la vida.

A ella por darme muchos consejos para tener buenos principios, para salir adelante ante cualquier obstáculo, por todas las atenciones que me dio en una parte de mis estudios, por tenerme en alguna de sus oraciones, gracias mama por que aunque estaba yo lejos de ti me diste mucho cariño.

Por esto y por muchas cosas mas les dedico esta tesis en premio a su gran esfuerzo, por todo el amor que me han dado, sin ustedes dos no hubiera logrado ser los que ahora soy.

Espero estén orgullosos de mí y no defraudarlos, y seguir contando con ustedes durante muchos años más ya que ustedes son la guía de toda la familia, a ustedes que los quiero mucho, mil gracias.

### **A MIS HERMANOS:**

Mari flor

José Luis

Rosa Inés

Maria Nelby

Lupita

Por su condicional apoyo moral y económico durante toda mi carrera, por todas las atenciones que me dieron, por todos aquellos tiempos en que estuvimos conviviendo con toda la familia y por los momentos felices y tristes que pasamos juntos, gracias a ustedes tengo una familia muy unida, aunque ahora todos estamos separados, pero sé que estamos uno para el otro.

A mi tío Jesús Moreno García por que siempre ha deseado lo mejor para mí, por todo el cariño que me tiene y porque a pesar de la distancia se acuerda de mí.

A Verónica Martínez Santiago, por el gran apoyo moral que me dio en los momentos difíciles de mi carrera, por el gran amor que me has dado y para mí eres el amor de mi vida con quien he pasado los grandes momentos maravillosos de mi vida, por ti he llegado a terminar mi carrera. TE AMO VEREN.

A Vidal y Lucy, por la gran amistad que hemos formado, por todos aquellos momentos en que tuve su apoyo.

A Yisa, Lidia, Blanquita, Ingrid, Jordan, Néstor y Carlos que en el transcurso de la realización de este trabajo llegaron a ser grandes amigos y que de una u otra manera me apoyaron.

A mi primo Gerardo García Moreno por ser mi gran amigo.

## INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....		
.I		
DEDICATORIA.....		
..II		
INDICE		DE
CONTENIDOS.....	IV	
INDICE		DE
FIGURAS.....	VI	
INDICE		DE
CUADROS.....	VII	
INDICE		DE
GRAFICAS.....	VIII	
INTRODUCCIÓN.....		
..1		
REVISION		DE
LITERATURA.....	5	
CULTIVO		DE
PAPA.....	5	
Origen		y
distribución.....	5	
Importancia		
.....	6	
Clasificación		
taxonómica.....	6	

Descripción	
botánica.....	6
Hábitos	
crecimiento.....	7
Requerimientos	
edáficos.....	7
Requerimientos	
climáticos.....	7
Enfermedades del cultivo	
papa.....	8
Tizón	
tardío.....	8
Control.....	9
Tizón	
templano.....	10
Control.....	10
Rhizoctonosis.....	
11	
Control.....	12
Virus del enrollamiento de la	
hoja.....	12
Control.....	12
Punta morada de la	
papa.....	13
Agente	
causal.....	13

Clasificación	
taxonómica.....	14
Fitoplasmas asociados a la	
papa.....	14
Importancia	
económica.....	18
Sintomatología	
de la enfermedad.....	20
Transmisión	
del	
fitoplasma.....	24
Insectos	
vectores.....	27
Identificación y biología de insectos	
vectores.....	28
<i>Macrosteles</i>	
<i>fascifrons</i> .....	28
<i>Paratrioza</i>	
<i>cockerelli</i> .....	29
Ciclo de vida del <i>P.</i>	
<i>cocherelli</i> .....	30
Situación del fitoplasma en	
Latinoamérica.....	31
Métodos de	
diagnostico.....	32
Métodos de combate para Punta	
morada.....	34
Control químico.	
.....	35
Objetivos.....	
36	
Objetivos	
generales.....	36



Objetivos				
específicos.....				36
hipótesis.....				
36				
Materiales				y
métodos.....				37
Dinámica				de
vectores.....				38
a).-Muestreo		por		arribo
.....				38
b).-Muestreos				de
folíolos.....				39
c).-    Método		de	exclusión	del
hábitat.....				40
Detección				de
hongos.....				41
Establecimiento	de	alternativas	de	control
químico.....				41
Resultados				y
discusión.....				45
a).-Muestreo		por		arribo
.....				45
b).-Muestreos				de
folíolos.....				46
c).-    Método		de	exclusión	de
hábitat.....				47
Detección				de
hongos.....				46
Establecimiento	de	alternativas	de	control
.....				48

Conclusiones.....	
.59	
Literatura	
citada.....	60

## INDICE DE FIGURAS.

Figura 1.- Se muestra una microfotografía donde se observan los fitoplasmas dentro de una célula vegetal.....	13
Figura 2.- Tubérculos con síntomas de punta morada.....	15
Figura 3.- Planta de papa con síntomas de punta morada y con brotes entre nudos.....	20
Figura 4 .- Planta con síntomas avanzados de punta morada y enanismo. ....	21
Figura 5.- síntoma de punta morada con hojas color púrpura. ....	22
Figura 6.- A) Tubérculo con brote de hilo causado por fitoplasma, B) Tubérculo con yemas sanas. ....	23
Figura 7.- Adulto de <i>Macrosteles facifrons</i> .....	30
Figura 8.- Ciclo de vida del Psyllido <i>Paratrioza cockerelli</i> .....	30
Figura 9.- Croquis de estado de Coahuila y el lugar señalado en donde se estableció las parcelas para el experimento.....	37
Figura: 10.- Fotografía de parcelas cubiertas con agribon en el lote experimental.....	38

Figura 11.- Ubicación de las trampas para coleccionar insectos.....	39
Figura 12.- Característica morfológica de la ninfa de <i>Paratrioza cockerelli</i> Vista en el microscopio compuesto.....	40
Figura 13.- Se indica la forma en que se obtuvieron las muestras de insectos por la técnica exclusión del hábitat.....	41

#### INDICES DE CUADROS.

Cuadro 1.- Croquis de la distribución de las parcelas.....	43
Cuadro 2.- Fechas de aplicación con los productos aplicados en los respectivos tratamientos.....	43
Cuadro 3.- Datos del número de plantas con síntomas de punta morada obtenidos el 09 de octubre de 2003. ....	49
Cuadro 4.- Datos corregidos con la fórmula raíz cuadrada de X del 09 de Octubre del 2003.....	50
Cuadro 5.- Datos del número de plantas con síntomas de punta morada	

obtenidos del 18 de octubre de 2003.....	50
Cuadro 6.- Datos corregidos con la formula raíz cuadrada de X del 18 de octubre del 2003.....	51
Cuadro 7.- Datos del número de plantas con síntomas de punta morada obtenidos del 25 de octubre de 2003.....	51
Cuadro 8.- Datos corregidos con la formula raíz cuadrada de X de la fecha 25 de octubre del 2003.....	52
Cuadro 9.- Análisis de Varianza de plantas con síntomas de punta morada, de la fecha 09 de octubre del 2003. ....	54
Cuadró 10.- Comparación de medias y porcentaje de control de la fecha 09 de octubre del 2003.....	54
Cuadro 11 .- Análisis de Varianza de plantas con síntomas de punta morada, de la fecha 18 de octubre del 2003. ....	55
Cuadro 12.- Comparación de medias y porcentajes de control de la fecha 18 de octubre del 2003.....	56
Cuadro 13.- Análisis de Varianza de plantas con síntomas de punta morada, de a fecha 25 de octubre del 2003. ....	56
Cuadro 14.- Comparación de medias y porcentajes de control de la fecha 25 de octubre del 2003.....	57
Cuadro 15.- Porcentajes de incidencias de punta morada de las tres fechas	

de

muestreo.

.....58

### INDICE DE GRAFICAS.

Grafica 1.- Se indica la dinámica poblacional de los insectos colectados durante el desarrollo del experimento 2003.....45

Grafica 2.- Huevecillos de *Paratrioza cockerelli*, del conteo realizado en folíolos colectados durante el ciclo del cultivo de papa.....46

Grafica 3.- Dinámica poblacional de ninfas de *Paratrioza cockerelli*, del conteo realizado en los folíolos colectados durante el ciclo del cultivo de papa.....47

Grafica 4.- Insectos colectados por el método de exclusión de hábitat.....48

Grafica 5.- A) Dinámica de punta morada de tres fechas diferentes de conteo en cada uno de los cinco tratamientos.....52

Grafica 5.- B) Dinámica de punta morada de tres fechas diferentes de conteo en cada uno de los cinco tratamientos.....53

Grafica 6.- Dinámica poblacional de Géneros del orden Thysanoptera, colectados.....53

## INTRODUCCIÓN.

El cultivo de la papa ocupa el cuarto lugar en producción a nivel mundial; es una hortaliza importante, no solo por la superficie que se dedica a su cultivo, sino por la cantidad de carbohidratos que aporta a la alimentación humana, siendo superada únicamente por el maíz, trigo y arroz. La papa tiene importancia porque produce mayor cantidad de alimento por unidad de superficie que cualquier cereal, (Biachini, citado por Rascon, 1999). En México, dos hechos definen su importancia: el valor alimenticio y los excelentes ingresos derivados de su comercialización, aspectos que se reflejan en una explotación creciente en los últimos años (Rascon , 1999).

Los principales países productores de este tubérculo son Rusia, Polonia, China, Alemania, India y Francia (FAO, 1980). En México, los principales estados productores son Puebla, México, Veracruz, Sinaloa, Michoacán y Chihuahua. El área total destinada al cultivo es de 78,500 ha. La producción anual asciende a 1,409,000 toneladas por año con rendimiento promedio de 13.2 toneladas por hectárea. De la producción total, 1,268,000 toneladas se destinan al consumo humano y 141,000 ton para semilla certificada (Villarreal, citado por Rascon, 1999). Coahuila ocupa el segundo lugar en producción por unidad de superficie con 32 toneladas por hectárea (Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, citado por Rascon, 1999).

El cultivo de papa es atacado por muchas enfermedades de las cuales las principales son el tizón tardío, *Phytophthora infestans*; tizón temprano, *Alternaria solani*, marchitez bacteriana, *Ralstonia solanacearum*; pierna negra, *Erwinia carotovora* spp. *atroseptica*; además virus como el enrollamiento de las hojas, el virus "Y", así como fitoplasma como el causante de la punta morada, entre otras (Baez, 1983).

El tizón tardío es la principal enfermedad del cultivo que afecta tanto en el follaje como al tubérculo; esta enfermedad ocasiona pérdidas hasta de 100%, pero incluso a niveles más bajos de infección, la cosecha resulta no apta para el almacenamiento. En algunos casos ataca a los cultivos. Esta enfermedad también ataca al cultivo de tomate (Baez, 1983).

Los virus constituyen un gran problema fitosanitario; en México, los virus más importantes son el virus "X" de la papa (PVX), el virus "Y" de la papa (PVY) y el virus del enrollamiento de la papa (PLRV), los cuales afectan el rendimiento hasta en 100%, provocado por un alto grado de infección o por presencia de dos o más virus en la misma planta. En forma aislada ocasionan pérdidas que oscilan entre 10 a 50% de la producción total de papa (Villalobos, citado por Baez, 1983).

Sin embargo durante los últimos años, se ha considerado a la enfermedad "punta morada", causada por un fitoplasma, como el factor limitante más importante de la producción de papa en México. Esta enfermedad por mucho tiempo fue diagnosticada en todo el mundo como virosis; en algunos países se le considera como un problema nutricional, enmascarando los síntomas con la aplicación de fertilizantes foliares; también ha sido vista como daño de *Fusarium* y de nemátodos. Recientemente, investigadores de los Estados Unidos de Norteamérica la reportan como daño de una toxina transmitida por *Paratrioza cockerelli*, (Homóptera: psyllidae) que nadie ha podido aislar (Salazar, 1996). Por otro lado los productores de papa han tenido problemas con esta enfermedad desde hace mucho tiempo. La primera referencia sobre fitoplasmas en los Estados Unidos de América, data de 1915 (Younkin, citado por Martínez, 1999). Kunkel describió perfectamente la primera enfermedad de este tipo, aunque inicialmente la asoció a patógenos virales (Kunkel, citado por Martínez, 1999).

La punta morada adquirió mucha importancia en 1939 en Canadá en donde los agricultores notaban diferencia en la susceptibilidad de las variedades (Beall y

cannoon, citados por Martínez, 1999). En 1953, se registró que el 20 al 75% de la semilla fallaba en producir plantas normales debido a la condición de brote que se desarrollaba en los lotes de semilla infectada con punta morada. Se comenzó a asociar con los síntomas de la enfermedad el desarrollo de tubérculos secundarios pequeños que no producían plántulas y las necrosis de red en los tubérculos y porciones terminales del estolón. En la transmisión estarían involucradas una o más especies de chicharritas del complejo designado como *Matrosteles divisus* (Stal Macleod, citados por Martínez, 1999).

En 1954, se menciona ya a la enfermedad como factor limitante para la producción de papa en ciertas áreas de Canadá y Estados Unidos de Norteamérica, la mayoría de las variedades cultivadas en ese momento, eran susceptibles a la enfermedad. En México, a fines de 1950 todavía se considera a la enfermedad como causada por virus, y varios autores la sitúan como el principal problema de origen viral de las papas, que causaba pérdidas directas en el Bajío (Guanajuato), la Mesa Central y la Región de Navidad, Nuevo León (Macleod, Yerkes y col., citados por Martínez, 1999). Para 1963, se reportaron en México que las siembras tempranas de marzo en la Mesa Central, mostraban la enfermedad en forma más severa, pero podía ser evitada si las siembras se realizaban a partir de junio (Cervantes y Rubio, citados por Martínez, 1999).

Las pérdidas ocasionadas por la “punta morada” de la papa varía del 30 al 100% en México, y afectan además la viabilidad de los tubérculos a usarse como semilla en el siguiente ciclo. Esta enfermedad ha sido catalogada como la segunda enfermedad de mayor importancia (después del tizón tardío) (Martínez, 1999).

Igual que en México, en Guatemala, la ubican como el segundo problema en importancia del cultivo de la papa después del tizón tardío (FAO, citado por Martínez, 1999). Desde 1967 se ha observado que los clones de papa



introducidos a Europa y Norteamérica han mostrado mayor susceptibilidad que las variedades “criollas” locales (Schieber, citado por Martínez, 1999).

Debido a que en la actualidad no existe información sobre punta morada que es un gran problema en todas las regiones que producen papa, y a que no se ha definido claramente lo que ocasiona esta enfermedad, se realizó el presente trabajo con la finalidad de contribuir a identificar los posibles factores que están interactuando para que se exprese y que alternativas de manejo se pueden considerar.

## REVISIÓN DE LITERATURA:

### Cultivo de la papa.

#### **Origen y distribución**

Huaman y *col.*, citados por Flores (1999), afirman que el centro de origen de la papa es las tierras altas del sur de Perú, más precisamente en el área comprendida entre el Cuzco y los alrededores del lago Titicaca, extendiéndose hacia Bolivia, Chile, Argentina, Norte de Ecuador, hacia Colombia, Venezuela, centro América y México considerándose a estos dos últimos países como centro de origen secundario, por la cantidad de especies silvestres encontradas (Hawkes, citado por Flores, 1999). Talburt y Smith, citados por Cruz (2001), consideran que la papa es originaria de América del Sur, específicamente de los Andes de Perú, los españoles la introdujeron por todo el Sur de los Estados Unidos de Norteamérica en la época de la conquista. (Mendoza y Estrada, citados por Flores, 1999), indican que el centro de origen de la papa cultivada de los altiplanos de América del Sur (Hawkes, citado Cruz, 2001), señala que la papa fue introducida a Europa desde Sudamérica a fines del siglo XVI, sin embargo (Wittmark, citado por Cruz, 2001), señala que el único centro de orígenes encuentra en los Andes de América y que tiempo después, este cultivo se expandió a México y Estados Unidos de Norteamérica. El mismo autor dice que entre 1560 y 1570, después de la conquista del Perú y Chile, la papa fue llevada a España y de ahí se difundió a todo el continente Europeo.

En Irlanda, en el periodo de 1600 a 1845, la papa constituyó la principal fuente de alimentación, trayéndola los Irlandeses a América del Norte en el año de 1719 (Thomson y Kelly, citados por Cruz, 1993).

Después de la carestía registrada durante 1745 y sobre todo en el período comprendido de 1771 a 1772, la papa adquirió gran auge en la dieta alimenticia

del pueblo europeo. Hasta después de las primeras décadas del siglo pasado, el empleo de este cultivo tuvo un incremento significativo por todo el mundo (Alisina, citado por Cruz, 2001).

### **Importancia.**

La importancia de la papa radica en su alto valor nutritivo, en la superficie sembrada y en la mano de obra que demanda durante todo su desarrollo agrícola (70 a 85 jornales/ha). En algunos países europeos y Estados Unidos de Norteamérica presenta un consumo promedio per capita de 180 Kg/año (CIP, citado por Enríquez, 1998), en México se reporta un consumo per capita anual de 16 Kg/año (DGEA, citado por Enríquez, 1998).

### **Clasificación taxonómica.**

La clasificación taxonómica de la papa, según Barkley, citado por Cruz (2001), es la siguiente:

Reino.....Metaphyta  
Phyllum.....Antophyta  
Clase.....Dicotiledónea  
Familia.....Solanaceae  
Género.....*Solanum*  
Especie.....*tuberosum*

### **Descripción botánica.**

La papa pertenece a la Familia de las Solanáceas, que incluye especies tan distintas como la berenjena, pimiento, tomate, tabaco, etc. Probablemente todos los miembros de esta familia poseen algún tipo de alcaloide (solanina) en pequeñas cantidades. La mayoría de las papas cultivadas comercialmente pertenecen a la especie *Solanum tuberosum*. Son plantas herbáceas que producen tubérculos comestibles, que tienen en su mayoría cuatro juegos de cromosomas (tetraploides), constando cada juego de doce cromosomas; sin

embargo, existen especies del Género *Solanum* que son diploides, triploides, pentaploides y hexaploides. (Alonso, citado por Flores (1999), por otro lado Hawkes, citado por Flores (1999), menciona que *S. tuberosum* es una planta tetraploide que se distingue de otras especies cultivadas de papa, como la subespecie andigena, por tener menos disectadas las hojas con hojuelas (foliolos, pinnas) anchas, la articulación del pedicelo localizado en el tercio medio, los lóbulos del cáliz cortos arreglados regularmente, las hojas son por lo regular, arqueadas, hojuelas siempre ovadas u ovado-lanceoladas, cerca de dos veces más largas que hachas, nunca delgadas, los lóbulos de la corola alrededor de la mitad más largos que anchos. Los tubérculos con marcada latencia, se pueden formar tanto en días cortos como en largos y a altitudes de 0 a 2600 msnm.

#### **Hábitos de crecimiento.**

El hábito de crecimiento cambia entre las especies y dentro de cada especie. Cuando todas, o casi todas las hojas se encuentran cerca de la base, o en la base de tallos cortos y están próximos al suelo, se dice que la planta tiene hábitos de crecimiento arrosetado o semiarrosetado (Cruz, 2001). En otras especies se pueden encontrar los siguientes hábitos de crecimiento: rastrero, semierecto y erecto (Huamán, Flores, 1999 citados por cruz, 2001).

#### **Requerimientos edáficos.**

Montaldo (1984), menciona que los mejores suelos para este cultivo, son los porosos, frescos y bien drenados, con una profundidad de 25 – 30 cm. Los suelos muy arenosos no retienen humedad y necesitan riegos constantes. Los suelos derivados de materia orgánica son los mejores y producen las más altas cosechas y suelos con PH de 5.0 a 5.4 son muy apropiados para el desarrollo de la papa.

#### **Requerimientos climáticos.**

El cultivo de papa posee buena adaptación a los diversos climas, pues pocos cultivos pueden desarrollarse en climas tan diferentes como la papa;

prospera en un clima uniformemente fresco, aunque es resistente a los fríos intensos, no soporta las heladas y además también puede desarrollarse en lugares algo calurosos (no muy cálidos). Se considera que la temperatura óptima para su desarrollo varía entre 7.2 y 18.3 °C, con una media de 16.5 °C; además, se produce desde el nivel del mar hasta los 4,000 msnm (Pastor, citado por Cruz, 2001), sin embargo Yamaguchi, citado por Cruz (2001) comprobó que el fotoperiodo y la temperatura, afectan la formación de tubérculos; en días largos; la formación de tubérculos ocurre, si la temperatura es inferior a 20 °C, siendo la óptima de 12 °C.

### **Enfermedades del cultivo de papa.**

Con la papa nace el interés por el estudio de las enfermedades de las plantas como consecuencia de la epidemia de tizón debida a *P. infestans* que azotó Europa desde 1842; tuvo su clímax en 1845-1846 en Irlanda, e hizo perder la totalidad de las cosechas, provocando la muerte por inanición de miles de campesinos del norte de Europa (Montaldo, 1984). Actualmente, algunas de las enfermedades más importantes que atacan al cultivo de papa son:

**Tizón tardío.**- Causado por *P. infestans*, fue observado por primera vez en 1842, en Europa, por Martius, y fue descrito en 1845 por Montagne, Montaldo, (1984). Según Stuart, citado por Montaldo (1984) los daños causados por la epifitía de tizón, tanto en Europa como en Norteamérica, estimularon a los investigadores a obtener variedades de papa resistentes a esta enfermedad. Esto produjo los más importantes cambios que se conocen en la evolución de las variedades de papa, aunque no propiamente resistencia al tizón, lo cual se ha logrado en los últimos años.

Esta enfermedad es de distribución mundial y en las regiones de clima fresco y de alta humedad relativa es endémica. Según Crosieer, citado por Montaldo (1984), los esporangios o zoosporangios se forman sólo en atmósferas completamente saturadas con un 90% de Humedad y la temperatura optima para

rapidez de producción y abundancia de formación, es de 21 °C; a temperaturas arriba de 20°C, los esporangios pierden su vialidad muy rápido en clima seco, y regularmente rápido en clima húmedo. La temperatura de 12 °C es la más favorable para la germinación indirecta de los zoosporangios (Montaldo,1984).

A temperaturas entre 10 y 25°C unas pocas zoosporas germinan y el micelio resultante se establece en los tejidos del huésped en dos a tres horas. De 90 a 100 % de las inoculaciones originan infecciones cuando las condiciones son favorables para la penetración del patógeno y continúan por diez horas (Montaldo, 1984).

El patógeno ataca tanto al follaje como a los tubérculos de la papa. La infección primaria se origina en plantas espontáneas que aparecen en el campo proveniente de la cosecha del año anterior, de plantas que nacen en los montones de desecho de la sección de la semilla, de solanáceas silvestres que crecen a la orilla de los potreros, o de las siembras tempranas de papas que se hacen en las huertas familiares para consumo doméstico del agricultor y su familia (Montaldo, 1984).

Cuando se ve el primer síntoma exterior, ya la planta está infectada y esto ocurre tanto en plantas adultas como en plantas jóvenes. La enfermedad se manifiesta como manchas húmedas irregulares, al comienzo verde pálidas, y se convierten rápidamente al marrón oscuro y negro, con un borde clorótico, cuando la temperatura es fresca y en presencia de rocío, caso que ocurre inmediatamente antes de la salida del sol, o en un ambiente nublado, se observa sobre la lesión una masa blanca formada por los zoosporangios (Montaldo,1984).

La infección de los tubérculos origina una mancha marrón grisácea irregular, y a veces algo hundida, que permanece seca por saprofitos, dando origen a una pudrición húmeda (Montaldo, 1984).

Para el control se recomienda hacer tratamientos preventivos antes de que aparezcan los primeros síntomas de la enfermedad con fungicidas compuestos de cobre y ditiocarbamatos (Montaldo, 1984).

**Tizón temprano.-** causado por *A. solani*. Es una enfermedad preferentemente foliar, de gran importancia económica en las áreas con alta humedad atmosférica y temperaturas medias entre 18 y 24 °C. Por lo general ataca follaje maduro, o cuando se producen condiciones fisiológicas o ambientales adversas a la planta, la infección primaria se produce por esporas que permanecen en el suelo o en otras plantas huéspedes. La penetración del patógeno en las hojas requiere presencia de humedad y alguna apertura natural; también lo hace a través de la epidermis (Montaldo, 1984).

La enfermedad ataca hojas, tallos y tubérculos. En la hoja provoca lesiones secas de color marrón rodeadas de un área más clara y la lesión se caracteriza por una serie de líneas concéntricas.

Díaz, citado por Montaldo (1984) observó que el hongo produce efectos en el tubérculo y en las yemas, donde se producen infecciones que causan necrosis de la plántula; a veces se puede observar la producción de conidios del patógeno.

Douglas y Groskopp, citados por Montaldo (1984), observaron que *A. solani* aumentó mucho en regiones donde normalmente se presentaba un ataque bajo, debido al empleo del riego por aspersión que expone las hojas a humedad en forma más prolongada. Esto se agravó en suelos livianos, donde los riegos

deben repetirse cada tres a cuatro días. Para un óptimo desarrollo de *A. solani*, el agua libre proporciona un microclima ideal dentro del follaje de las plantas.

Para el control la aplicación inicial de fungicidas debe hacerse cuando la infección secundaria comienza en el campo, Douglas y Groskopp, citados por Montaldo (1984) consideraron que dos o tres aplicaciones bien planeadas dan mejor resultado que aplicaciones cada 12-14 días. Cuando también se requiere controlar al tizón tardío, se deberán coordinar los tratamientos para ambos propósitos, ya que se utilizan los mismos fungicidas. Para la siembra deben usarse tubérculos libres de infección de tizón temprano.

**Rizoctoniosis.** Esta enfermedad es causada por el hongo *Rhizoctonia solani* que de acuerdo a Zarka, citado por Montaldo (1984), ataca a 200 especies de plantas que comprenden 66 familias; vive como parásito o saprofito en las plantas, y bajo condiciones ecológicas adecuadas, produce esporas en las hojas y tallos del huésped; la forma de perpetuarse es por esclerocios, que se originan en la superficie de los tubérculos o viven en el suelo. Estas formas latentes son muy resistentes a condiciones adversas de temperatura y humedad. La germinación de los escleróticos originan micelios que invaden las plantas de papa.

*R. solani* comprende un gran número de razas y el crecimiento del hongo se produce de 4 a 30°C. La temperatura óptima depende de la raza fisiológica de que se trate (Montaldo, 1984).

La enfermedad se reconoce por manchas marrones que se observan en los estolones, brotes o cuello de las plantas afectadas. Destruye completamente algunos brotes nuevos y si la semilla al plantarse se corta en secciones y no tienen otros brotes funcionales, aparecen fallas de plantas en el campo. Cuando el ataque se efectúa en el periodo del desarrollo, las hojas de las plantas muestran un tipo enrollado, de consistencia blanda al tacto, lo que diferencia esta enfermedad del daño causado por virus, que vuelve las hojas duras. Al observar las axilas de las hojas, a veces muestran la formación de tubérculos aéreos,



debido a la destrucción que causa el hongo en los vasos conductores de la savia elaborada en la base de la planta que impide el depósito de almidón en los órganos normales de reserva (Montaldo, 1984).

En caso de ataques severos el hongo invade la pulpa de los tubérculos, presentando ésta una decoloración y pudrición. Como condiciones predisponentes se señalan a los suelos mal drenados, pobres o mal fertilizados, y la falta de rotación de cultivos, (Montaldo, 1984).

Para su control se debe evitar cultivar papa en suelos húmedos o cuando estos aún están fríos al terminar el invierno; también sembrar a la profundidad adecuado al tipo de suelo evitando profundidades excesivas y cosechar la papa para semilla tan pronto esté madura para evitar esclerocios en los tubérculos (Montaldo, 1984).

Además de éstas enfermedades del cultivo de papa se presentan también enfermedades virales, siendo las mas importantes.

Virus del enrollamiento de la hoja (PLRV).- Las plantas atacadas por este virus tienen las hojas enrolladas, de consistencia dura que presentan clorosis y a menudo detiene su crecimiento. Se produce necrosis y acumulación de carbohidratos en el floema (Peters, citado por Montaldo, 1984), el virus es transmitido por afidos como *Mizus persicae*, *Macrosiphum solanifolii* y *M. euphorbiae*.

**El Control químico.-** es dirigido a los afidos y el uso de semilla de papa certificada o de variedades con resistencia genética ha sido una de las medidas de manejo de la enfermedad más eficientes (Montaldo, 1984).

Otra enfermedad muy importante en el cultivo de papa, es el virus (PVX) de la papa que tiene distribución amplia en todas las regiones paperas (Montaldo,

1984); se transmite mecánicamente por roce de plantas enfermas con plantas sanas.

Además de los virus PLRV Y PVX, el virus PVY, también se presenta en la papa; es muy agresivo, se manifiesta como un mosaico o moteado por necrosis de la nervaduras de las hojas o por la caída de las hojas (Delgado, citado por Montaldo 1984).

Como se ha mencionado anteriormente, en los últimos años se ha presentado en el cultivo de papa enfermedades causados por fitoplasmas, como la punta morada. Se han hecho estudios para saber cuales son los agentes que causan esta enfermedad ya que tradicionalmente se ha considerado a *Paratrioza cockerelli*, (Homoptera: psyllidae) como vector del fitoplasma que causa el síntoma. Las medidas de combate utilizados ha sido el empleo de insecticidas para matar a los psyllidos; lo cual no ha sido del todo eficiente.

### **Punta morada de la papa.**

**Agente causal.**- las enfermedades causadas por organismos parecidos a micoplasmas (MLO), ahora denominados fitoplasmas, se consideraban causadas por virus con características poco usuales hasta que Doi y col. (1967), demostraron la presencia de organismos tipo micoplasmas en el floema de plantas infectadas con el enanismo de "mulberry", escoba de bruja de la papa, amarillamiento del ester o escoba de bruja de "Paulownia". Estos organismos se encuentran en las células cribosas del floema (Figura 1), y aparentemente en raras ocasiones, en células del parénquima floemático de las plantas infectadas (Salazar, 1996).

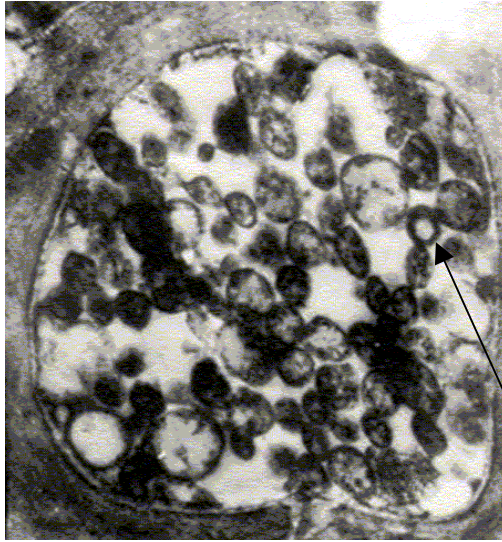


Figura 1.- Se muestra una microfotografía donde se observan los fitoplasmas dentro de una célula vegetal

Según Agrios (1978), los fitoplasmas son organismos pleomórficos, carecen de pared celular verdadera, así como de la capacidad para sintetizar las sustancias que se requieren para formarlas y están rodeados de una membrana unitaria constituida por tres capas. Estos organismos son pequeñas células, en ocasiones ultramicroscópicas, que contienen citoplasma, ribosomas dispersos al azar y filamentos de materia nuclear (ADN). Su diámetro varía mucho; cuerpos que miden de 50 a más de 1000 nm se han encontrado en la mayoría de las enfermedades de este tipo. Su forma va de cocoides o ligeramente ovoides hasta filamentosas. En ocasiones producen estructuras miceloides ramificadas.

#### **Clasificación taxonómica de los fitoplasmas.**

La siguiente clasificación se toma de Tully, citado por Osuna (1999).

REINO: Prokaryotae

PHYLUM: Firmicutes

CLASE: Myllicutes

ORDEN: Mycoplasmatales

FAMILIA: Mycoplasmataceae

GENERO: *Mycoplasma*

### **Fitoplasmas asociado a la papa.**

En los últimos años, el cultivo de papa (*S. tuberosum*) ha sido muy afectado por la enfermedad punta morada, la cual es ocasionada por un fitoplasma, que disminuye la calidad de los tubérculos al inducir la acumulación de metabolitos, ocasionándoles un manchado interno que los hace inadecuados para la industria (Figura 2). El incremento de la enfermedad es considerable ya que en México en 1993 se obtuvieron cosechas con 30% de tubérculos dañados y en 1995 hasta el 90% (García, 1996).



Figura 2.- Tubérculos con síntomas de punta morada.

En México, la punta morada ha sido catalogada como la segunda enfermedad de mayor importancia (después del tizón tardío de la papa). Esta enfermedad se asocia a síndromes en el follaje y al brote de hilo es observado durante la germinación del tubérculo. El brote de hilo ha causado recientemente muchos estragos al pasar desapercibido en tubérculos aparentemente sanos que

no germinan o lo hacen muy pobremente cuando se usan como semilla (Martínez-Soriano y col. 1999).

Según Khurana, citado por Osuna (1999) la papa asocia seis enfermedades causadas por fitoplasmas: enrollamiento púrpura del ápice, flavescencia marginal, escoba de bruja, filodia de la papa "stolbur" y marchitez de la punta morada.

Los estudios relacionaban a la enfermedad como de origen viral, debido a que es posible transmitirla por medio de injertos y en algunas ocasiones a través del insecto *Macrostelus divisus*. (Homoptera: cicadellidae). La transmisión por tubérculos aparentemente era rara y su distribución en campo errática, sin embargo, se observa gran similitud en los periodos de incubación y síntomas inducidos por el Virus del Amarillamiento del Aster (Serarin, Younkin, citado por Martínez, 1999).

Investigadores de los Estados Unidos de Norteamérica la reportan como daño de una toxina transmitida por *P. cockerelli*, que nadie a podido aislar (Salazar, 1996). Otros autores, aseguran que varios síntomas de la punta morada son causados directamente por este psilido y recomiendan su control químico, aun que aceptan que no es efectivo, ya que al introducir una sola vez el estilete al floema, transmiten el fitoplasma que causa la punta morada. Además, en este caso, se desconoce el umbral de acción del insecto para justificar su control químico (Salazar, 1996).

Existen al menos cinco enfermedades cuyos agentes causales han sido asociados a fitoplasmas en los cultivos de tomate y papa, cuatro de éstos transmitidos por chicharritas y solamente uno por *P. cockerelli*. En tomate se ha descrito al amarillamiento del aster, transmitido por un insecto conocido como chicharrita y la macroyema del tomate, cuyo fitoplasma es transmitido por la chicharrita café; un tercer fitoplasma que en México causa la enfermedad "permanente del tomate", es transmitido por el pulgón saltador. Esta enfermedad al igual que su vector fue descubierto por investigadores mexicanos en las

décadas de los 80's del siglo pasado y en éste siglo XXI, científicamente se demostró que era un fitoplasma que se encontró por primera vez en el Estado de Guanajuato causando 60% de daños en la producción del tomate, lo que llevo a que la superficie de siembra se redujera de 13 mil hectáreas a menos de 2 mil en la actualidad. El Estado de Guanajuato dejó de ser el segundo en producción de esta hortaliza, después de Sinaloa en los años 70's, y los agricultores decidieron abandonar este cultivo y sustituirlo por otro menos riesgoso como el brócoli (Garzón, 2002).

Algunos Micólogos han manifestado que punta morada es el inicio del daño causado por *P. infestans* al atacar los tallos de la papa, pero hasta la fecha, nadie ha comprobado los postulados de Koch con este hongo, cuando se hacen las pruebas de patogenicidad en heridas o se inoculan hojas en cajas de petri (Salazar, 1996).

Actualmente, está comprobado científicamente que la punta morada es causado por un fitoplasma, transmitido únicamente por chicharritas y psilidos como *P. cockerelli*, los síntomas pueden ser: Amarilléz, clorosis con los bordes de las hojas moradas, enchinamiento, achaparamiento, tubérculos aéreos y baja producción, debido a que los tubérculos no se desarrollan (Salazar, 1996).

Además de la punta morada de la papa, la enfermedad conocida como "permanente del tomate" ha la fecha es la enfermedad causada por un fitoplasma que más perjuicios origina al tomate. Se estima que en México más de 30 mil hectáreas nos afectan anualmente con daños de 45%, mientras que las transmitidas por chicharritas, mencionadas anteriormente, son de poca importancia económica en Estados Unidos de Norteamérica, Australia e inclusive en nuestro país, Garzón (2002), otra enfermedad que recientemente fue denominada "declinamiento del tomate" cuyo agente causal es desconocido, ésta

se ha reportado en el Valle Imperial y en invernaderos del sur de Texas en los Estados Unidos de Norteamérica; los síntomas coinciden con los descritos para el “permanente del tomate” en lo que respecta al aborto de flor, hojas quebradizas y enrolladas hacia arriba; en éste caso se desconoce quién lo causa y cómo se transmite, aunque científicos nacionales y norteamericanos coinciden en que la sintomatología descrita en México para el permanente del tomate en invernaderos, coincide exactamente con la que se presenta en los invernaderos del sur de Texas, en los Estados Unidos de Norteamérica (Garzón, 2002).

En la actualidad, la enfermedad se ha extendido por las principales regiones tomateras del país, en lugares como Villa de Arista, San Luis Potosí, Yurécuaro, Michoacán, La región de la Laguna en los estados de Durango y Coahuila y San Quintín en Baja California Norte., que son regiones con climas frescos; no obstante, el pulgón saltador se sigue adaptando a los cambios climáticos de México y se le ha detectado recientemente transmitiendo el "permanente del tomate" en regiones con climas cálidos como los estados de Morelos, Nayarit y en el año 2002, en Sinaloa (Garzón, 2002).

Por lo que respecta al papel de los fitoplasmas que afectan al cultivo de la papa, la principal enfermedad es la "punta morada". Esta originalmente fue descrita en papa en los Estados Unidos de Norteamérica; en México a una enfermedad similar de la papa, se le dio el mismo nombre y estudios moleculares del ADN recientes, concluyeron que es causada por un fitoplasma; sin embargo, a diferencia de los reportes de los Estados Unidos de Norteamérica, en México la "punta morada de la papa", parece que es transmitida por el pulgón saltador y no por chicharritas como en aquel país, y que tanto el fitoplasma del “permanente del tomate” como de la “punta morada” de la papa, pueden ser parientes cercanos (Garzón, 2002).

### **Importancia económica.**

Los agricultores han tenido conocimiento de la enfermedad conocida como punta morada de la papa desde hace mucho tiempo. La primera referencia

académica sobre fitoplasma en los Estados Unidos, data de 1915 (Martínez, 1999) en 1926, Kunkel descubrió perfectamente la primera enfermedad de este tipo aunque inicialmente la asoció a patógenos virales (Kunkel, 1926, citado por Martínez, 1999).

Posteriormente en 1953 se registraron ejemplos en los cuales el 20 al 75% de la semilla fallaba en producir plantas normales debido a la condición de brote de hilo que se desarrollaba en los lotes de semilla infectada con punta morada. Se comenzó a asociar con los síntomas de la enfermedad el desarrollo de los tubérculos secundarios pequeños que no producían plántulas y necrosis en los tubérculos y porciones terminales del estolón. En la transmisión estarían involucradas una o más especies de chicharritas del complejo designado como *Macrosteles divisus* (Stal Macleod, 1954, citado por Martínez, 1999).

Sin embargo en 1954, se menciona ya como un factor limitante para la producción de papa en ciertas áreas de Canadá y Estados Unidos, la mayoría de variedades cultivadas en ese momento eran susceptibles a la enfermedad. En México, a fines de 1950 todavía se considera a la enfermedad como causada por virus y varios autores la sitúan como el principal problema de origen viral de la papas, el cual causaba pérdidas directas en el Bajío (Guanajuato), la Mesa Central y la Región de Navidad, Nuevo León (Macleod 1954, Yerkes y col. 1959, citados por Martínez, 1999).

Por otro lado la incidencia en el campo variaba desde un 5 a un 50%, se observó además que los brotes provenientes de plantas afectadas crecían más rápido y era más delgados en comparación con brotes de tubérculos sanos (Robinson y Campbell, 1958, citados por Martínez, 1999).

Al igual que en México, los reportes en Guatemala, la ubican como el segundo problema en importancia del cultivo de la papa después del tizón tardío (Según datos de FAO, 1998), citado por Martínez (1999). Desde 1967 se han



hecho observaciones de que los clones de papa introducidos de Europa y Norteamérica mostraba mayor susceptibilidad que las variedades “criollas” locales ( Schieber, 1967, citado por Martínez, 1999).

Es hasta 1971 cuando por primera vez se asocia a un organismo tipo micoplasma con la enfermedad conocida como brote de la papa. En este estudio, la administración de tetraciclina a dosis de 200 ppm indujo la desaparición de los síntomas en las plantas de papas enfermas. Sin embargo, cuando se eliminó la aplicación de tetraciclina los síntomas redujeron en 50% de las plantas en 30 días. La observación de cuerpos pleomórficos en el floema se localizó únicamente en tejidos enfermos (Semancik y Peterson 1971, citado por Martínez, 1999).

Otra de la enfermedad transmitida por injerto denominada enrollamiento por punta morada de la papa es mencionada como prevalente en las regiones montañosas de la India, causando pérdidas en el rendimiento del orden de 40 a 70%. Esta enfermedad fue transmitida por medio de la chicharrita *Orosius albicinctus*, a tomate , *Datura* y trebol. La aplicación de antibiótico como cloranfenicol y tetraciclina resultaron en remisión de síntomas indicando con esto una posible asociación con un organismo tipo micoplasma. En este caso las plantas de papa afectadas por punta morada produjeron tuberculos que mostraban 5 a 20% de hilo, dependiendo de la variedad (Nagaich y Giri 1973, citado por Martínez, 1999).

### **Sintomatología de la enfermedad.**

En estudios realizados sobre esta enfermedad de la papa (conocida como arbolito de navidad en México), con pruebas de transmisión por injerto, se detectaron tres tipos diferentes de síntomas, uno de los cuales correspondía a punta morada (Delgado, citado por Martínez, 1999). En Perú se ha mencionado que el agente causal del ojo ciego de la papa bien puede ser un fitoplasma (Ramírez 1998, citado por Martínez, 1999).

Según Khurana, citado por Osuna (1994), la enfermedad de la punta morada, origina brotes erectos (Figura 3) y las hojas se enrollan hacia arriba con el progreso de la misma. Se produce pigmentación púrpura en la base de los folíolos y los tallos se marchitan debido a una necrosis interna del floema de los tallos. Las plantas jóvenes afectadas producen tallos axilares aéreos y engrosamiento de los nudos del tallo. Los tubérculos producidos por las plantas infectadas son numerosos, pero pequeños, flácidos y originan brotes ahilados cuando se rompe la dormancia.



Figura 3.- Planta de papa con síntomas de punta morada y con brotes entre nudos.

Según Alonso, citado por Osuna (1994), se desarrollan tubérculos aéreos en la inserción de las hojas con el tallo; esto ocurre cuando la parte aérea continua produciendo reservas y ha sido bloqueado el transporte de productos de asimilación a los tubérculos; este bloqueo puede ser causado por daños mecánicos o por el ataque de algún hongo, como *R. solani*, en la parte baja del tallo. Las plantas afectadas, además de presentar los síntomas anteriores, generalmente se quedan enanas y mueren prematuramente (Figura 4). La parte inferior del tallo, bajo condiciones de campo, frecuentemente desarrolla necrosis cortical, deshilachamiento del tejido y a menudo, decoloración vascular (Hooker, citado por Osuna, 1994).



Figura 4 .- Planta con síntomas avanzados de punta morada y enanismo.

Hay autores que mencionan a ciertos hongos como posibles causantes de esta enfermedad, como es el caso de Guigón, citado por Osuna (1999), quien cita que el hongo *Fusarium sp.*, causaba una coloración púrpura en los bordes de las hojas superiores de la planta, además del desarrollo de tubérculos en las yemas axilares.

Según Hooker, citado por Osuna (1992), menciona que el estrangulamiento parcial de los tallos en las plantas de papa, causado por *F. solani*, puede suscitar una diversidad de síntomas, como pigmentación púrpura de las hojas, (Figura 5), aparecimiento de tubérculos aéreos y a menudo clorosis y amarillamiento, aunque Enríque, citado por Ozuna (1999) cita al hongo *R. solanli* como el causante de que los folíolos se amarillean o adquieren una tonalidad violeta, y se enrollen al tiempo que desarrollan numerosos tubérculos aéreos en las yemas axilares; sin embargo, un estudio realizado por Hernández, Sánchez y Cepeda, citados por Osuna (1999), que consistió en el aislamiento de patógenos de plantas que presentaban síntomas de la enfermedad, dio como resultado la obtención de dos

hongos de los Generos *F. oxysporum* y *Verticillium dahliae*, por lo que aseguran que estos hongos son patógenos relacionados con la enfermedad “punta morada de la papa”.



Figura 5.- síntoma de punta morada con hojas color púrpura.

Otros autores afirman que las plantas afectadas al final de la estación de crecimiento, sufren un enrollamiento en la parte basal de los folíolos de la punta de las hojas jóvenes, por lo regular con una coloración púrpura o amarilla, lo cual da su nombre a la enfermedad. Estas plantas también pueden desarrollar tubérculos aéreos, proliferación de yemas axilares y nudosidad en los tallos. En condiciones de campo, los tallos inferiores desarrollan necrosis cortical, desdoblamiento del tejido y decoloración vascular (Wright y col., citados por Martínez, 1999).

Muchos reportes mencionan la relación de la punta morada de la papa con la producción de brote de hilo en los tubérculos (Figura 6) (Macleod, Lippert, Semancik y Peterson, Negaich y Giri, Martínez-Soriano y col., citados por Martínez, 1999), sin embargo, al tiempo de la cosecha, los tubérculos que producen brote de hilo no son distintos de los tubérculos normales (Figura 6), por su apariencia externa o interna, estos solo pueden identificarse por sus brotes



característicos, elongados y débiles después de la brotación, lo cual ocurre semanas después de la cosecha. Las infecciones tempranas, iniciadas 30 días después de la siembra, dan como resultado tubérculos de tamaño y número reducido, y con 100% de brote de hilo, en cambio las infecciones iniciadas 44 o más días después de la siembra, producen tubérculos de número normal, pero ligeramente reducidos en tamaño, de los cuales aproximadamente el 50% brota anormalmente. Los tubérculos predispuestos al brote fino, tienden a brotar mas pronto que los tubérculos normales (Lippert, citado por Martínez, 1999).

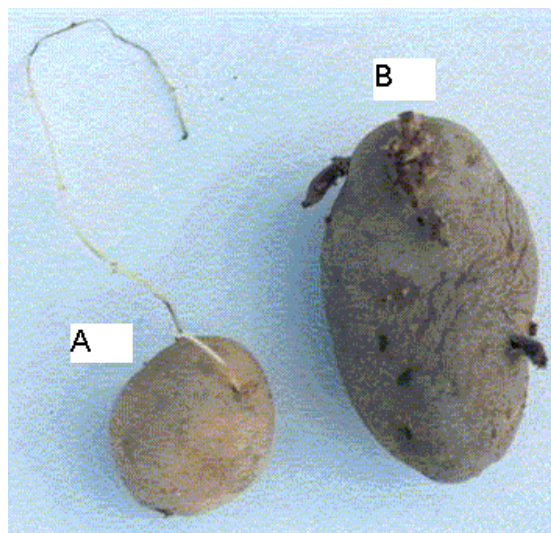


Figura 6.- A) Tubérculo con brote de hilo causado por fitoplasma  
B) Tubérculo con yemas sanas.

El síntoma del brote de hilo puede ser gradual y va desde la producción de brotes débiles, hasta la falta total de brotación en los tubérculos; esto último, es conocido entre los agricultores como papas “machos”. Por lo regular el brote fino es delgado, (dos mm de diámetro), blanco y no producen plantas viables; algunos de ellos producen prematuramente en su base, tubérculos pequeños aéreos, los cuales de acuerdo a (Richardson y Racicot, citados por Martínez, 1999) son capaces de originar plantas viables.

Al seccionar transversalmente los tubérculos de las variedades susceptibles, se observa una mancha parda que se extiende desde los haces

vasculares hasta la región parenquimática de la médula. Esta mancha necrótica también afecta los tejidos del estolón y es siempre más intensa en la porción basal del tubérculo. El pardeamiento interno de los tubérculos causa grandes pérdidas en los materiales destinados a la industria de papas fritas (García, citado por Martínez, 1999). De 1982 a 1986, experimentos llevados a cabo en el Reb River Valley de los Estado Unidos de Norteamérica, demostraron una correlación directa entre la punta morada y el obscurecimiento de las papas fritas (Battari, citado por Martínez, 1999). Aparentemente el grado de manchado está fuertemente influenciado por la variedad (Cadena, 1974, citado por Martínez, 1999). Las plantas originadas de tubérculos enfermos con punta morada hacen poco uso de los nutrientes del tubérculo madre, los cuales permanecen intactos y firmes hasta la cosecha (Khurana y col., citados por Martínez, 1999).

### **Transmisión de fitoplasmas.**

El patógeno puede ser transmitido experimentalmente por injertos y sin embargo para fines epidemiológicos, la transmisión por tubérculo (semilla) y por insectos son de mayor importancia (Martínez , 1999).

Existen reportes que mencionan que la transmisión por tubérculo semilla es baja, por orden del 1 a 2% (cadena, citado por Martínez, 1999); durante 1958 se encontró que todos los tipos de tubérculos originados de plantas con punta morada, resultan con rendimientos significativamente menores, que se debe a una emergencia retardada y menos vigor de las plantas (Robinson y Campbell, citados por Martínez, 1999).

Otro aspecto interesante que hay que notar es que las plantas severamente afectadas por “punta morada” no producen o producen muy pocos tubérculos que puedan ser usados como semilla. Por otro lado, los tubérculos infectados no brotan o lo hacen muy débilmente (brote de hilo) no prosperando para formar una planta adulta. Aparentemente el ciclo no estaría cerrado de esta forma por lo que entran en juego aspectos epidemiológicos muy importantes como lo son los

reservorios naturales y la transmisión por insectos. En campo se ha observado que plántulas recién emergidas tienen síntomas típicos de “punta morada” que sin duda provienen de tubérculos infectados. Esto motivó a que se probara la hipótesis de transmisión a través de tubérculos asintomáticos (Martínez, 1999) utilizando tecnologías de biología molecular se ha demostrado que plantas y “semillas” asintomáticas pueden estar infectadas por fitoplasmas. En otro experimento, se detectó que en un campo de producción de semilla en el Estado de México, el 2.5% de plantas recién emergidas y asintomáticas estaban afectadas por fitoplasmas de acuerdo al resultado por PCR (Martínez-Soriano, datos no publicados, citados por Martínez, 1999). Un seguimiento posterior de dicho lote permitió verificar que solo el 2% de las plantas mostraron síntomas evidentes (Martínez-soriano, datos no publicados, citados por Martínez, 1999). Esto indica claramente que en campo, la infección es más alta en forma real que la que puede ser detectada en forma visual basada en síntomas; si esta observación es correcta, entonces es un hecho que un número considerable de plantas pueden producir tubérculos infectados, sin síntomas aparentes. De esta forma la enfermedad aparecerá irremediablemente en plántulas emergidas de “semilla” multiplicada sin control de calidad.

Según Doi, citado por Osuna (1999), los fitoplasmas son organismos muy sensibles a la luz ultravioleta, a la desecación, y son inmóviles, por lo que necesariamente tienden a ser transmitidos por algún vector o dentro de las estructuras del hospedero; así mismo, los procariontes patógenos como los fitoplasmas se encuentran solo en el tejido vascular de las plantas infectadas, para lo que se necesitan métodos especializados de transmisión, tales como los injertos y los insectos que se alimentan del floema.

Por otro lado los insectos vectores adquieren al patógeno después de alimentarse de plantas infectadas durante varias horas o días. El vector no transmite el fitoplasma inmediatamente después de que se ha alimentado de una planta infectada, sino que los empieza a transmitir después de un periodo de incubación de 10 a 45 días, dependiendo de la temperatura; el periodo de incubación más corto se produce a casi 30°C. Los fitoplasmas no pasan del vector adulto a los huevecillos (Agrios, 1978).

Según Tsai, citado por Osuna (1999), los fitoplasmas tienen que pasar como mínimo ocho horas después de haber sido adquirido por su vector, aunque es usual que pasen periodos por mas de 24 horas.

Los fitoplasmas son organismos que en relación con su vector son considerados patógenos transmitidos en forma persistente, por lo tanto requieren de largos periodos de adquisición. Los periodos de adquisición hasta ahora reportados en la transmisión de fitoplasmas son muy variables. La gran mayoría son transmitidos en periodos de adquisición de dos a más de 30 días, aunque algunas variantes del amarillamiento del aster pueden ser transmitidos entre ocho y 24 horas (Salazar, 1996).

En todos los casos hasta ahora estudiados, los vectores de fitoplasmas requieren de un periodo de incubación (desde la adquisición hasta la transmisión). Este varía, dependiendo del fitoplasma, entre diez y 35 días. Varios estudios han demostrado que los fitoplasmas son propagativos en su vector y pueden inducir cambios benéficos y detrimentales en ellos. Estos organismos pueden persistir en su vector hasta 88 días en algunos casos. Durante este tiempo los insectos pueden transmitir al fitoplasma (Salazar, 1996).

Según Alonso, citado por Osuna (1999), los fitoplasmas invernan en plantas perennes o bianuales y malas hierbas. Algunas malezas que sirven de reservorio para el patógeno son *Convolvulus arvenses* (correhuela) y *Taraxacum officinale*



(diente de león); también cita a la chicharrita *Macrosteles fascifrons* como el vector más importante de esta enfermedad.

Se comenta que si las plantas en proceso de crecimiento o los órganos de propagación en reposo son infectados, se pueden liberar por completo de estos organismos mediante tratamientos por calor. Esto debe de aplicarse en forma de aire caliente, en cámara de crecimiento a una temperatura que va de 30 a 37°C durante varios días, semanas o meses, o bien en forma de agua caliente, sumergiendo los órganos en reposo a un temperatura de 30 a 50°C, durante diez minutos a 30°C o 72 horas a 50°C (Agrios, 1978).

### **Insectos vectores.**

Una aspecto crucial en la epidemiología de la enfermedad son sin duda los insectos vectores. Estos insectos, conocidos como chicharritas, pertenecen a las familias Cicadellidae y Fulgoridae, Salazar (1996), (Daniels, Witcom y Davis, citados por Osuna, 1999). Entre otros vectores sobresale el Género *Macrosteles spp* quien tiene el mayor número de reportes y descripciones, Martínez (1999), pero también mencionan otras especies como *Macropsi fascifrons*. Brenztzell, citado por Osuna, (1999) y Baez, citado por Osuna (1999), mencionan que los síntomas de la enfermedad punta morada de la papa son producidas por el psilido saltador *P. cockerelli*. En otras partes del mundo hay especies reportadas como transmisores de la punta morada señalando a *Macrosteles fascifrons*, *M. divisus*, *Alebroides sp.* y *Orosius albicinctus* (Martínez, 1999).

La chicharrita de la papa (*Empoasca fabae*) es la especie más importante en los Estados Unidos debido a que la alimentación prolongada de esta especie sobre la planta de papa causa una alteración en el follaje conocida como “hopperbun” (Martínez, 1999).

Hasta ahora como se ha mencionado anteriormente los vectores reconocidos de fitoplasmas son especies de insectos de las familias Cicadellidea y Fulgoroidea, aunque muy pocos han sido atribuidos a especies de Psyllidea (nota:

varios taxónomos no han aceptado la elevación de la fam. Cicadellidae a superfamilia). No más de 12 especies han sido implicadas en la transmisión de fitoplasmas en papa, aunque más de 130 han sido reconocidas como vectores de fitoplasmas, Salazar (1996). En el cultivo de papa, aparentemente hay todavía mucha confusión acerca de los vectores de fitoplasmas. (Salazar, 1996), por ejemplo, en ensayo de inoculación, con *Macrostes divisus*, Younkin en 1943 encontró que 8 insectos por planta de papa, infectaron alto número de plantas. La transmisión durante los periodos de alimentación de 7 a 14 días no fue significativamente mayor, el mismo autor anota que la mortalidad del insecto fue alta cuando se le confinó a las plantas de papa (Martínez, 1999).

Por otro lado Swenson, citado por Martínez (1999), en un estudio con *Macrostes fascifrons*, encontró que las ninfas son capaces de transmitir la enfermedad de Amarillamiento del Aster, pero en menor proporción que los adultos; por su parte los machos la transmiten menos frecuentemente en comparación con las hembras (Swenson, citado por Martínez, 1999).

### **Identificación y biología de insectos vectores.**

***Macrostes fascifrons***. La chicharrita de seis manchas esta presente en la mayor parte de Norteamérica, se alimenta de más de 100 especies de plantas y es más frecuente encontrarla sobre cereales de grano pequeño. Se distingue de otras especies por sus características 6 manchas en la punta de la cabeza (Martínez, 1999).

El insecto pasa por tres estadios de: huevo, ninfa (cinco instares) y adulto. La densidad de población depende de la fecha de arribo al cultivo y de la temperatura del ambiente. A diferencia de otras chicharritas, esta especie no se reproduce en el cultivo y sobre viven como adultos, alejados por lo regular a grandes distancias de las áreas de producción de papa; también sobreviven como huevecillos. Su hospedante preferido son las gramíneas y llegan a formar poblaciones grandes sobre cereales de grano pequeño, especialmente avena y trigo. Cuando las condiciones del clima les favorecen, especialmente el viento, se

transportan a largas distancias de sur a Norte, y parece no haber migración en sentido contrario (Martínez,1999).

Después de que los cereales maduran, se mueven hacia otros hospedantes, incluyendo la papa. Se alimentan y ovipositan sobre ésta, pero esta oviposición no tiene éxito en eclosionar. En la región del oeste de los Estados Unidos, la chicharrita sobrevive en áreas sobre el cardo ruso (*Salsola iberica*). En California, los adultos (Figura 7) sobreviven sobre plantas del desierto (Radcliffe y cols., citados por Martínez, 1999).

***Paratrioza cockerelli***. Es un insecto que pertenece a la Familia Psillidae (Homoptera), por ello se le conoce también con el nombre de psilido. Este exapodo fue descubierto en 1909 por un investigador estadounidense de apellido Cockerell en el Estado de Colorado, Estados Unidos de América y como reconocimiento, el Dr. Sulc lo bautizó científicamente como *Triozia cockerelli*, aunque más tarde se le cambió el género a *Paratrioza cockerelli*. Entre los años 20 y 30 del siglo pasado se le conoció como el psilido de la papa o del tomate, ya que este insecto produce una toxina que originaba amarillamientos en ambos cultivos, y fue esto lo que lanzó a la fama al mencionado insecto. El origen de éste, según investigadores del vecino país del norte, se lo adjudican al Oeste de Norteamérica (Garzón, 2002).

**Ciclo de vida de *P. cockerelli***.- Los psilidos de la papa tienen tres etapas de vida: huevos, ninfas y adultos (Garzón, 2002):

Huevos. Son muy pequeños, tienen forma ovalada y van de color amarillo a naranja, y encontrados generalmente en el envés y a lo largo de los márgenes de las hojas, las ninfas salen de los huevos en cuatro a 15 días y tienen forma

aplanada y ovalado, de color amarillento-verdoso, con los ojos rojos y tres pares de patas cortas. Las ninfas más viejas son verdosas y franjadas, las ninfas pasan a través de cinco etapas (instares) en dos a tres semanas antes de ser adulto (Figura 8), los adultos tienen las alas delanteras membranosas las cuales cuando el insecto está en reposo cubren su cuerpo a manera de techo en dos aguas.



Figura No. 7.- Adulto de *Macrosteles fascifrons*

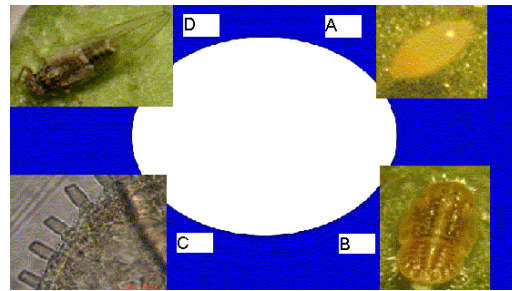


Figura No. 8.- Ciclo de vida del Psyllido *P. cockerelli*. A).- Huevo, B).- Ninfa, C).- Características morfológicas distintivas de *P. cockerelli*. D) Adulto

En México, éste insecto tiene antecedentes desde 1947, cuando un investigador estadounidense dijo haberlo encontrado en los estados de Durango, Tamaulipas y Michoacán; posteriormente se le observó en el Estado de México, Guanajuato y 12 entidades más, y aquí se le rebautizó como "pulgón saltador" por la similitud que guardan con los aphidos y que en frecuentes ocasiones son confundidos con ellos. No obstante, el daño que causa en papa y tomate con la toxina que inyecta no ha sido importante para la agricultura nacional, pero de lo que se tienen que cuidar los agricultores paperos y tomateros, es de la transmisión

de un patógeno llamado fitoplasma y que ha diezmando la producción de tomates en México en un 45%, y posiblemente sea el responsable del mismo daño en papas a nivel nacional, causando en estos momentos más pérdidas que los virus transmitidos por la mosquita blanca (Garzón, 2002).

### **Situación de fitoplasma en Latinoamérica.**

Dos países han reportado problemas serios con fitoplasmas en Latinoamérica. Estos son México y Perú. En México esta enfermedad es considerada después del tizón tardío, como la más importante del cultivo de la papa (Salazar, 1996).

Los síntomas de la punta morada se detectaron en México desde hace 50 años; sin embargo, su importancia se ha incrementado en los últimos cinco años. Actualmente se estima que 50% de la superficie sembrada con papa en México es afectada por la enfermedad. Las pérdidas varían según la severidad del problema, pudiendo llegar a ser hasta de 80% del rendimiento. Además de las pérdidas en rendimiento, los tubérculos infectados pierden valor en el mercado por la necrosis interna y baja calidad industrial (Rubio, INIFAP, citado por Salazar, 1996).

En Perú, se han observado esporádicamente síntomas de flavescencia marginal y punta morada en cultivos de la costa, por lo que el problema en esta zona no es considerado de importancia. En condiciones de la sierra sur del Perú (valle del Colca y Cuzco) en los últimos años se ha detectado la presencia de fitoplasmas causando síntomas de escoba de brujas y punta morada en el follaje e inhibición de la brotación de los tubérculos usados como semilla. Este último síntoma ha causado en los últimos años pérdidas de hasta de 60% de la semilla producida en el valle del Colca, principal productor de semilla para la zona del sur del Perú. Estudios conducidos por el CIP en el valle del Colca, demostraron que esta enfermedad esta relacionada a la presencia del psílido *Russelliana solanicola*. En condiciones de la Costa, no se han observado síntomas típicos de fitoplasmas en papa, sin embargo, la infestación con el psílido *R. solanicola*, causa

arrosetamiento de las plantas, un síntoma muy parecido a infección con el PVY (Salazar, 1996).

**Métodos de diagnóstico.** Un diagnóstico eficaz de las enfermedades realizado a tiempo, permite establecer estrategias de control o erradicación al detectar focos de infección. Sin embargo no es el caso de estas enfermedades, cuyo diagnóstico está basado principalmente en la observación de sintomatología. Esto es ineficiente debido a la fácil diseminación del patógeno por insectos o en tubérculos asintomático (Martínez y *col.*, Martínez y *col.*, citados por Martínez, 1999). Este método es tardío y no confiable debido a que los síndromes “punta morada” y “Brote de hilo” de la papa pueden confundirse con otras enfermedades infecciosas y algunas deficiencias nutricionales; por consecuencia, el diagnóstico basado en sintomatología requiere la confirmación de la presencia del fitoplasma en el floema de la planta enferma, por lo que la identificación de los fitoplasmas y su clasificación en grupos se basa en características biológicas, como especificidad de transmisión por insectos vectores, rango de hospedantes y tipo de síntomas, por lo que a estos organismos sólo se le conoce por los síntomas que inducen en el hospedante (Lee y *col.*, citados por Martínez, 1999).

No obstante las diferentes técnicas que se han empleado para el diagnóstico de enfermedades causadas por fitoplasmas, la inhabilidad para aislar y cultivar artificialmente a estos organismos, ha evitado por mucho tiempo el desarrollo de un método eficiente y confiable para su identificación (Chen y *col.*, citados por Martínez, 1999).

La microscopía electrónica y el marcaje del DNA con DAPI (4, 6-diamidin-2-fenilindole.2HCL), en conjunto con microscopía fluorescente, han sido usados como herramientas alternativas para la detección de fitoplasmas que infectan a las plantas (Hiruki, citado por Martínez, 1999) en el cual asociaron a un organismo tipo micoplasma con un desorden de la papa (Semancik y Peterson, citados por Martínez, 1999). En México existen reportes de la observación al microscopio

electrónico de fitoplasmas asociados con la punta morada de la papa (Cárdenas y *col.*, García, citado por Martínez, 1999).

Aunque estos métodos pueden ser altamente sensibles, en algunos casos debido a la baja concentración del patógeno en las plantas enfermas, la sensibilidad de estos métodos se reduce, además no proveen información acerca de la identidad del fitoplasma causante de la enfermedad. Aunado a lo anterior, estos procedimientos son caros, los laboratorios requieren de personal capacitado y el número de muestras procesables es realmente limitado (Martínez, 1999).

La detección específica y sensible de algunos fitoplasmas en insectos hospedantes también se ha logrado por medio de hibridación molecular utilizando como sondas fragmentos de DNA de fitoplasmas clonados al azar (Lee y *col.*, Chen, 1995; Gundersen *et. al.*, citados por Martínez, 1999).

No fue sino hasta la introducción de la técnica llamada Reacción en Cadena de Polimerasa (PCR), que se ha incrementado la sensibilidad y especificidad en la detección de fitoplasmas, tanto en plantas como en insectos hospedantes, superando los bajos límites de sensibilidad observado con la hibridación molecular cuando la concentración de los fitoplasmas es baja en las muestras procesadas (Lee y *col.*, Martínez y *col.*, citados por Martínez, 1999).

Con la introducción de la técnica de Reacción en Cadena de Polimerasa, se ha incrementado la sensibilidad y especificidad en la detección de fitoplasmas, (Martínez, 1999), ya que se implementó el método de diagnóstico por PCR de la enfermedad de los tubérculos asintomáticos provenientes sin duda de plantas enfermas. Lo anterior fue corroborado al incubar los tubérculos asintomáticos hasta germinación/brotación donde la aparición de “brotes de hilo” solo se presentó en los tubérculos detectados por PCR como infectados por fitoplasmas.

Ningún tipo de amplificación se observó cuando se usaron DNAs testigos de tejidos de plantas sanas como moldes demostrándose la especificidad de los iniciadores para detectar únicamente fitoplasma.

Esta técnica de diagnóstico ha permitido recientemente la detección de fitoplasmas también en el insecto vector (Beres y *col.*, citado por Martínez, 1999). De los diversos insectos estudiados, solo los pertenecientes al género *aceratagallia* han sido detectados consistentemente como portadores de fitoplasma. La secuencia nucleotídica del fragmento amplificado de *Aceratagallia* tuvo una homología del 99% al compararse con la encontrada con los provenientes del brote de hilo y punta morada. Dada la alta divergencia evolutiva por presión de selección con Metasystox, Dimetoato y Metamidofos con frecuencia semanal de aplicación han logrado reducir la incidencia de la enfermedad en porcentajes variables (Martínez, 1999).

**Métodos de combate de punta morada.** El control de las enfermedades causadas por fitoplasmas depende exclusivamente del uso de semilla libre de estas enfermedades. Para esto, la producción de semilla debe realizarse en zonas que se sabe que están libres del vector y debe eliminarse toda planta que muestre algunos de los síntomas descritos. En tubérculos en brotación, deben eliminarse aquellos que muestren principalmente proliferación de brotes y brotes ahilados (Salazar, 1996).

El control de vectores no es una medida práctica, dado que todavía no está comprobado al cien por ciento que esta enfermedad es transmitida por estas chicharritas, y cual Género en especial. Quizás sólo pueda emplearse en condiciones donde el vector permanece o forma colonias en el cultivo. Este podría ser el caso de *R. solani* en las zonas productoras de semilla en Perú. En cultivos dedicados al cultivo comercial no hay ninguna ventaja en el control de fitoplasmas. Solamente pudiese ser ventajoso eliminar plantas con síntomas en cultivos para



procesamiento industrial, ya que algunos fitoplasmas aparentemente causan pérdidas de la calidad de los tubérculos.

**Control químico.-** La aplicación al suelo de insecticidas granulados ha demostrado ser efectiva para disminuir la incidencia de la enfermedad, tal es el caso de Thimet (0,0, dietil, S etl, tiometil fosforoditioato) que resultó en una reducción de hasta 32% de la incidencia de la enfermedad en campo, (Holymann, citado por Martínez, 1999). También Aldicarb aplicado al suelo demostró reducir la incidencia en una 40% (Cadena, citados por Martínez, 1999) y más reciente el Imidacropid.

## **OBJETIVOS.**

## **OBJETIVOS GENERAL:**

Identificar alternativas de manejo de punta morada y su relación con vectores.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Estudio de la dinámica poblacional de insectos vectores en el lote experimental.
- Identificar tratamientos efectivos en el control de punta morada

## **HIPÓTESIS.**

Existen otros insectos vectores de fitoplasmas de punta morada, además de *Paratrioza cocherelli*.

Es posible controlar la enfermedad punta morada de la papa, mediante el empleo de combinaciones de fungicidas e insecticidas

## **MATERIALES Y METODOS.**

El presente trabajo se desarrolló durante el año 2003; la etapa de campo se estableció en el rancho El Poleo, Municipio de Arteaga, Coahuila, (Figura 9), sembrando el 28 de julio, utilizando la variedad Adora, en la que se establecieron cinco tratamientos con cuatro repeticiones con un tamaño de parcela experimental de cuatro surcos con una distancia de 0.90 metros entre surcos, 0.20 metros entre plantas y 8.5 metros de longitud del surco, cubriendo con polipropileno en algunos de los tratamientos como podemos observar en la Figura 10 y así efectuar las aplicaciones respectivas para cada uno de los tratamientos. Se usó un sistema de riego por goteo, mediante cintilla. El diagnóstico de fitoplasmas e identificación de vectores se realizó en el Laboratorio de Parasitología Molecular de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila.

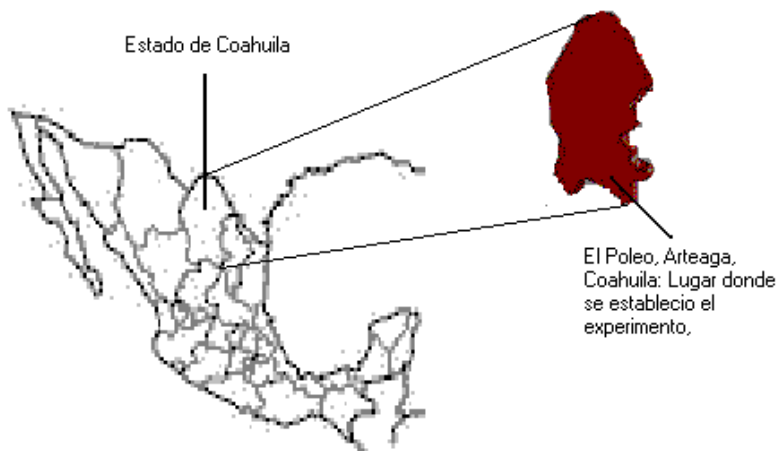


Figura 9 .- Croquis del Estado de Coahuila y el lugar señalando en donde se estableció las parcelas para el experimento.



Figura: 10.- Fotografía de parcelas cubiertas con agrion en el lote experimental.

El estudio comprendió tres grandes objetivos: i) Dinámica poblacional de insectos vectores, ii) dinámica de síntomas de punta morada, y iii) combate de la punta morada.

### **Dinámica de Vectores.**

Para conocer que insectos vectores y su cantidad se presentaron durante el desarrollo del experimento se realizaron tres tipos de muestreo, los cuales fueron los siguientes:

**a).- Muestreo por arribo:** Este método consistió en hacer muestreos de los insectos que arribaron a la parcela durante el ciclo del cultivo, colocando dos charolas amarillas de plástico como trampas con el fin de atraer a los insectos en cada uno de los extremos del experimento, poniéndoles agua y un poco de detergente, (Figura 11). La obtención de muestras de insectos se realizó cada semana, depositándolos en frascos de vidrio con alcohol etílico al 70%, etiquetados para registrar la fecha de colecta y número de trampa para ser trasladado al Laboratorio Molecular del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con la finalidad de ser identificados.

La identificación se realizó con la ayuda de claves taxonómicas a nivel de familia para los afidos y de género y especie para los trips, para la identificación de los trips se realizó montas en solución hoyer para poder ver sus características morfológicas en el microscopio compuesto, primeramente se identifico a nivel Familia, posteriormente a Genero y finalmente a especie.



Figura 11.- Ubicación de las trampas para colectar insectos.

**B).- Muestreo de folíolos:** Este muestreo se hizo a partir de la emergencia y hasta la floración, se muestrearon ocho folíolos al azar por parcela experimental, para un total de 32 folíolos por tratamiento, siendo trasladado al Laboratorio Molecular del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en donde se analizaron para la presencia de huevecillos y/o ninfas de insectos vectores en el microscopio estereoscopio. Se observaron cada uno de los folíolos para hacer los conteos respectivos, para identificar a las ninfas se hicieron montas en solución hoyer para ser observados al microscopio de disección e identificarlos siguiendo las características morfológicas distintivas (Figura 12). Estos mismos folíolos se enviarán para su análisis al Laboratorio del CIIDIR-IPN en Culiacan, Sinaloa para detección de fitoplasma y ver en que etapa del cultivo se empieza tener presencia de fitoplasmas. Los folíolos que se muestrearon se colectaron de la parte media de la planta hacia abajo por que es la parte con mas presencia de vectores.

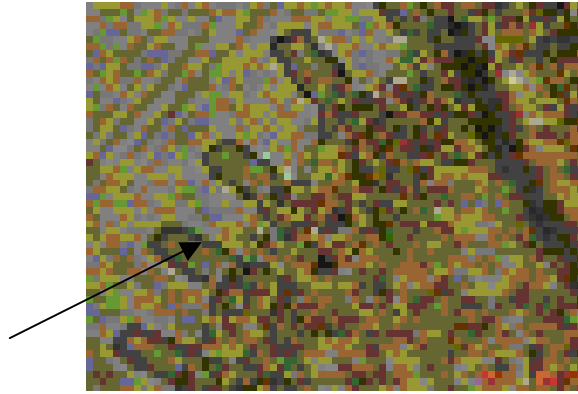


Figura 12.- Característica morfológica de la ninfa de *Paratrioza cockerelli*  
Vista en el microscopio compuesto.

**C).- Método de exclusión de hábitat:** Este método consistió en capturar insectos adultos dentro de cada parcela experimental y consistió en colocar una bolsa de plástico para envolver plantas de papa como se ve en la Figura 13. Posteriormente se sacudía para que los insectos presentes quedasen atrapados en la bolsa, posteriormente se retiraron las bolsas; se sellaron y se trajeron al laboratorio en donde a los insectos obtenidos se les colocó en alcohol etílico al 70 % para después identificarlos. Los muestreos se realizaron semanalmente durante la etapa de desarrollo del cultivo realizando dos muestreos por parcela teniendo en total 40 bolsas.



Figura 13.- Se indica la forma en que se obtuvieron las muestras de insectos por la técnica exclusión del hábitat

### **Detección de hongos.**

Se muestrearon plantas con síntomas de punta morada tomadas de las parcelas experimentales, analizándolos para la detección de *Verticillium*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*, en el Laboratorio de Parasitología Molecular del Departamento de Parasitología haciendo siembras de raíces en medios de cultivos PDA, siguiendo el siguiente método: se hicieron trozos de la raíz, posteriormente se desinfectaron con hipoclorito al 2%, después se lavaron con agua destilada y se pusieron a secar en papel de estraza para después hacer la siembra en los medios, se incubaron durante 3 días a temperaturas de 35°C y luego se hicieron las montas para poder identificarlos.

### **Establecimiento de alternativas de control**

En el control se utilizaron insecticidas y fungicidas según los tratamientos indicados en la página 46, aplicándolos en diferentes etapas del cultivo, usando dosis comerciales de los productos. El experimento consistió de cinco tratamientos y cuatro repeticiones con un diseño bloques al azar (Cuadro 1), en donde se tomaran datos de incidencia y severidad de la enfermedad. Utilizando también una cubierta de polipropileno en algunos de los tratamientos, con la finalidad de evitar la entrada de los vectores al cultivo. El polipropileno se levantaba antes de aplicar y se colocaba después de la aplicación, buscando con ello el tratamiento más efectivo para el control de punta morada durante el ciclo del cultivo. En el Cuadro 2, Se muestran que productos se aplicaron por tratamientos, así mismo las fechas en que se realizaron las aplicaciones.

Los tratamientos establecidos en el experimento fueron:

1.- Aplicación al momento de la siembra del insecticida confidor + el fungicida Tecto 60, con una dosis de 2.5 kg/ha, después se cubrió con cubierta de polipropileno durante todo el ciclo de cultivo y solo se levantó la cubierta para

realizar cinco aplicaciones mas de insecticidas durante el ciclo de cultivo, y dos mas de tecto 60.

2.- Aplicación al momento de la siembra del insecticida confidor + Tecto 60, . Se realizaron cinco aplicaciones de insecticidas durante el ciclo del cultivo, el tratamiento estuvo cubierto con polipropileno, y no se aplicaran mas fungicidas sistemicos.

3.- Aplicación al momento de la siembra del insecticida confidor + el fungicida Tecto 60, posteriormente dos aplicaciones mas de Tecto 60, a los 45 dias despues de la siembra y a los 70 dias despues de las siembra. El tratamiento permaneció cubierto con polipropileno durante todo el ciclo, y no se realizaran aplicaciones de insecticidas.

4.- Aplicación al momento de la siembra del insecticida confidor + el fungicida Tecto 60, el tratamiento quedó sin cubierta de polipropileno durante todo el ciclo de cultivo, y se realizaron cinco aplicaciones mas de insecticida.

5.- Testigo sin aplicaciones.

Cuadro 1.- Croquis de la distribución de las parcelas.

T1R1	T3R1	T4R1	T5R1	T2R1	T3R2	T2R2	T5R2
T1R2	T4R2	T1R3	T3R3	T5R3	T2R3	T4R3	T1R4



T5R4	T4R4	T2R4	T3R4	

Cuadro 2.- Fechas de aplicación con los productos aplicados en los respectivo tratamientos

Fechas de aplicación						
T	28-Jul-03	25-agosto-03	10-Sep- 03	20 - Sep - 03	04– Oct- 03	09-Oct-03
	Siembra	Emergencia	Estolinización	Tuberización	Floración	Floración
1	Confidor* Tecto 60****	Calypso** Tecto 60 Polipropileno	Leverage*** Tecto 60 Polipropileno	Leverage polipropileno	Calypso Polipropileno	Calypso
2	Confidor Tecto 60	Tecto 60 Polipropileno	Tecto 60 polipropileno	Polipropileno	Polipropileno	-----
3	Confidor Tecto 60	Calypso Polipropileno	Leverage polipropileno	Leverage polipropileno	Calypso polipropileno	Calypso
4	Confidor Tecto 60	Calypso Sin Polipropileno	Leverage Sin polipropileno	Leverage Sin polipropileno	Leverage Sin polipropileno	Calypso
5	Aplicaciones solo para el control de tizón con Melody y Tattoo C					

\* Dosis de 0.3 L/ha

\*\* Dosis de 0.3 L/ha

\*\*\* Dosis de 0.3 kg/ha

\*\*\*\* Dosis de 2.5 k/ha

Melody y Tattoc C son fungicidas sistémicos que se aplicaron para el ataque de tizón tardío *Phytophthora infestans*, realizando un total de cuatro aplicaciones.

**Dinámica de punta morada.-** la dinámica de esta enfermedad se llevó a cabo, realizando conteos en cada uno de los tratamientos, (página 45) de las plantas con síntomas de punta morada. Se hicieron conteos en tres fechas diferentes, el primero se hizo el 09 de octubre, el segundo el 18 de octubre, y el

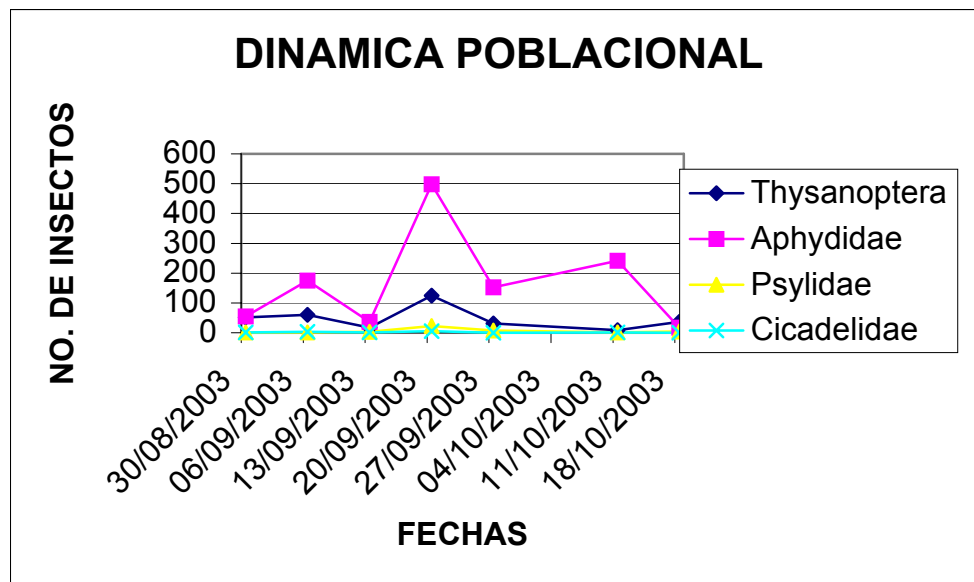
tercero el 25 de octubre de 2003. Los datos se analizaron bajo un diseño estadístico de bloques completos al azar, para cada una de las tres fechas, determinando por ciento de incidencia en cada uno de los tratamientos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos se presentaron de acuerdo a cada uno de los puntos indicados en el apartado de materiales y métodos, por lo cual se observaría la dinámica de insectos vectores, el control de los mismos y su relación con la dinámica de punta morada.

### **Dinámica de vectores.**

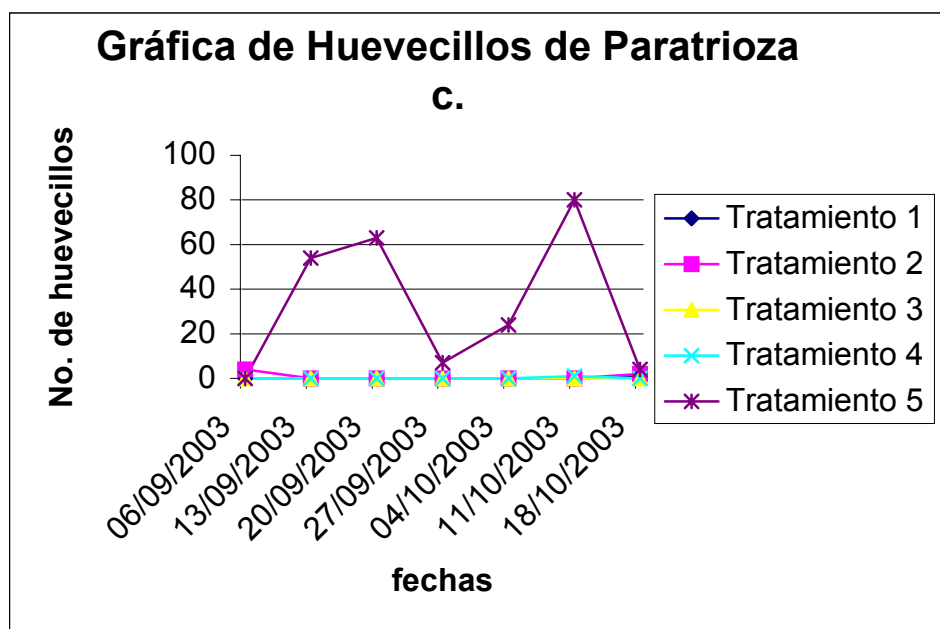
**a).- Muestreo por arribo:** En cuanto a la dinámica de insectos vectores más importantes en el cultivo de papa, encontrando con mayor población a la Familia Aphydidae (pulgones) en todos los muestreos realizados durante el ciclo del cultivo, seguidos por el orden Thysanoptera (Trips), de la Familia Psyllidae (Psilidos) y de la familia Cicadellidae respectivamente, como se puede ver en la Grafica 1. Cabe mencionar que se esperaba una alta población de Psilidos lo que no ocurrió por lo que se puede decir que en este caso los psilido vectores no actuaron en la transmisión de la punta morada en forma determinante, sin embargo otro aspecto que hay que tomar en cuenta es que quizás el clima presentado en este ciclo del cultivo no fue favorable para el desarrollo de poblaciones altas de psilidos.



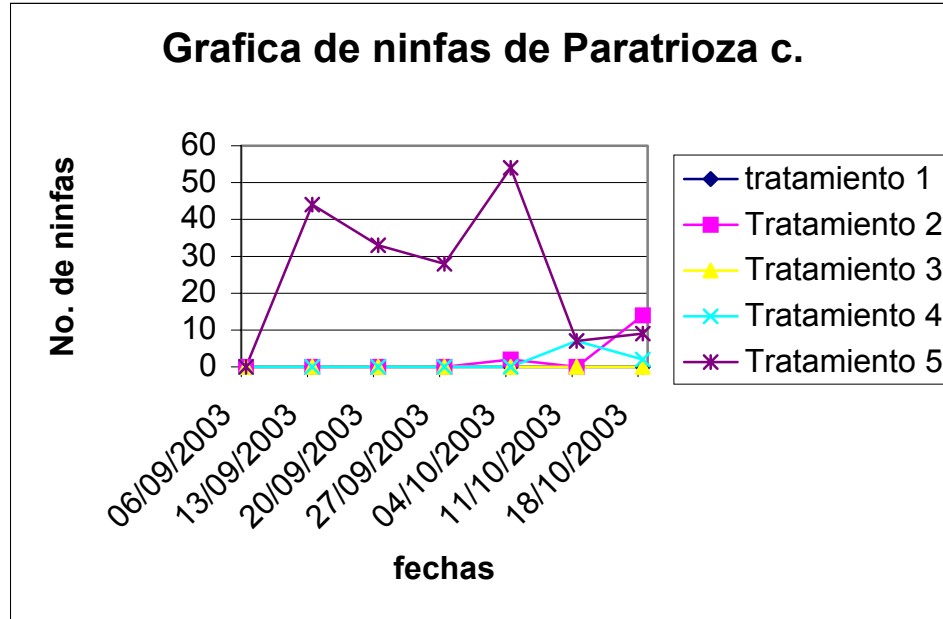
Grafica 1.- Se indica la dinámica poblacional de los insectos colectados durante el desarrollo del experimento 2003

**b).- Muestreo de folíolos.-** Los resultados que se muestran en las Gráficas 2 y 3, en donde se puede observar la dinámica de poblaciones de huevecillos (Grafica 2) y de ninfas (Grafica 3) de *Paratrioza cockerelli* nos indica claramente que en los tratamientos uno, dos, tres, y cuatro las poblaciones son muy bajas; en contraste el testigo nos muestra poblaciones muy altas, tanto de huevecillos como de ninfas. Esta diferencia se debe al efecto de los tratamientos, sin embargo es importante mencionar el hecho de que los resultados obtenidos en la aplicación con

insecticidas con y sin cubierta con polipropileno son muy similares a los que se observaron en el tratamiento donde sólo se aplicó el fungicida Thiabendazole, ello genera aún mas duda, respecto a la verdadera naturaleza del agente causal de la enfermedad “Punta morada”, o bien nos permite especular a que se trata de una enfermedad de etiología compleja. Experimentos adicionales y bajo diferentes condiciones de clima deben realizarse para confirmar los resultados aquí obtenidos.

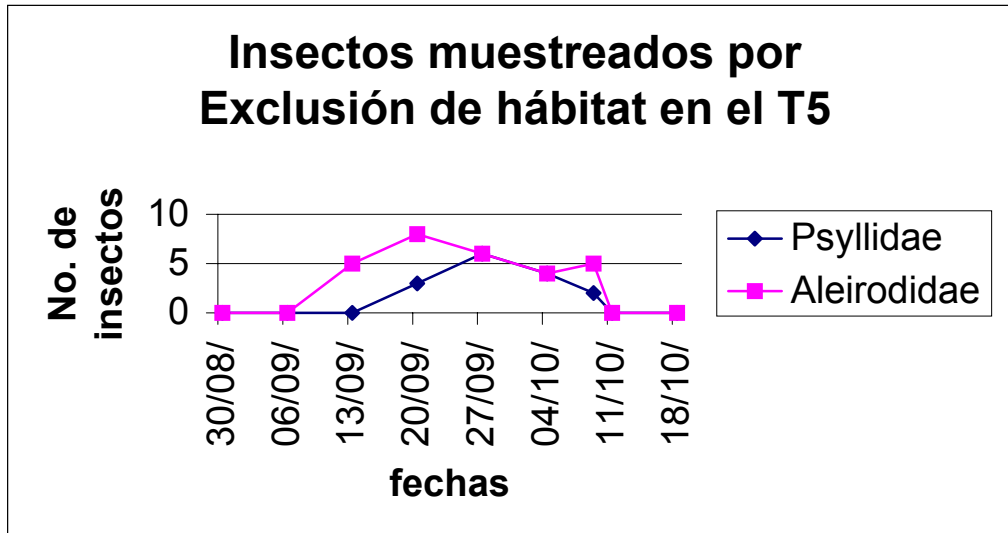


Grafica 2.- Huevecillos de *Paratrioza cockerelli*, del conteo realizado en Foliolos colectados durante el ciclo del cultivo de papa.



Grafica 3.- Dinámica poblacional de ninfas de *Paratrioza cockerelli*, del conteo realizado en los folíolos colectados durante el ciclo del cultivo de papa

**C).- Método de exclusión de hábitat.** En este tipo de muestreo no se detectó gran diversidad de insectos, se identificaron dos familias (Psyllidae y Aleirodidae) con muy bajas poblaciones en cada muestreo. Como se puede ver en la Grafica 4, los resultados nos muestran una mayor población de la Familia Aleirodidae (mosquita blanca) a comparación de la familia Psyllidae que fue menor. Estas dos familias fueron las únicas que se capturaron por este tipo de muestreo solo en el tratamiento cinco, por lo que los tratamientos aplicados tuvieron buen control a comparación del testigo, ya que en los demás no se capturaron insectos vectores.



Grafica 4.- Insectos colectados por el método de exclusión de hábitat.

#### Detección de hongos.

Se detectaron dos hongos, los cuales fueron *Verticilium* y *Fusarium*.

#### Establecimiento de alternativas de control

Los resultados de incidencia de plantas con síntomas de punta morada que tomamos en campo, así como los obtenidos en la corrección de los mismos usando la formula raíz de X se indican en los cuadros 3, 4, 5, 6, 7 y 8. donde se observa que en los tratamientos uno, dos, tres y cuatro hubo poca incidencia de punta morada en comparación con el testigo que presento alta población de plantas con punta morada, esto se presento en las tres fechas de muestreo aumentando considerablemente en cada fecha, Estos datos están representados en la Grafica 5 A y B, en la cual se observa que hay un incremento de población en el tratamiento cinco, Cabe mencionar que respecto a las graficas no hay ninguna relación en la dinámica de insectos vectores con la dinámica de punta morada (Grafica 1).

De acuerdo a los datos de incidencia de punta morada de la fecha 09 de Octubre, el coeficiente de variación nos dice que el experimento es confiable (Cuadro 9), así mismo los resultados de comparación de medias con MNS al 0.1% (Cuadro 10) nos indica que los tratamientos uno, dos, tres y cuatro son totalmente iguales, no hubo diferencias entre ellos, por lo que controlaron de igual manera a la enfermedad, a diferencia del testigo en el que se presento alta incidencia de punta morada. Esto mismos resultados se puede ver en la fecha de muestreo del 08 de octubre, en donde se tiene que el experimento es confiable (cuadro 11), así como en la comparación de medias nos indican que los tratamientos uno, dos, tres y cuatro tienen efectos iguales para el control de la enfermedad (Cuadro 12. En la ultima fecha de muestreo que fue el 25 de octubre del 2003 de acuerdo al coeficiente de variación también nos da una confiabilidad en los resultados (Cuadro 13), y con respecto al resultado de las comparaciones de medias, podemos decir que los tratamientos uno y dos tienen efectos iguales, mientras que los tratamientos dos y cuatro tienen efectos diferentes, mostrando como mejores los tratamientos uno y tres (Cuadro 14).

Cuadro 3.- Datos del número de plantas con síntomas de punta morada obtenidos el 09 de octubre de 2003.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	$\Sigma$
1	2	2	1	2	7
2	8	4	4	2	18
3	1	3	2	3	9
4	2	3	6	5	16
5	31	10	35	23	99

Cuadro 4.- Datos corregidos con la formula raíz cuadrada de X de la fecha del 09 de octubre del 2003.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	$\Sigma$
1	1.4142	1.4142	1	1.4142	5.2426
2	2.8248	2	2	1.4142	8.239
3	1	1.7320	1.4142	1.7320	5.8782
4	1.4142	1.7320	2.4494	2.2360	7.8316
5	5.5677	3.1622	5.9160	4.7958	19.4417

Cuadro 5.- Datos del número de plantas con síntomas de punta morada obtenidos el 18 de octubre de 2003

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	$\Sigma$
1	2	3	2	2	9
2	9	5	4	2	20
3	2	3	3	3	11
4	2	4	16	5	27
5	31	15	37	25	108



Cuadro 6.- Datos corregidos con la formula raíz cuadrada de X de fecha del 18 de octubre del 2003

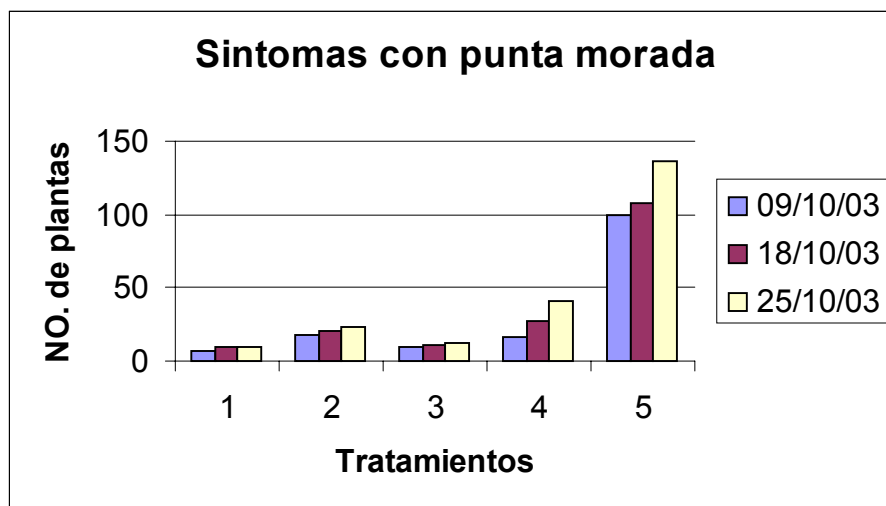
TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	$\Sigma$
1	1.4142	1.7320	1.4142	1.4142	5.9746
2	3	2.2360	2	1.4142	8.6502
3	1.4142	1.7320	1.7320	1.7320	6.6102
4	1.4142	2	4	2.2360	9.6502
5	5.5677	3.8729	6.0827	5	20.5233

Cuadro 7.- Datos del numero de plantas con síntomas de punta morada obtenidos el 25 de octubre de 2003.

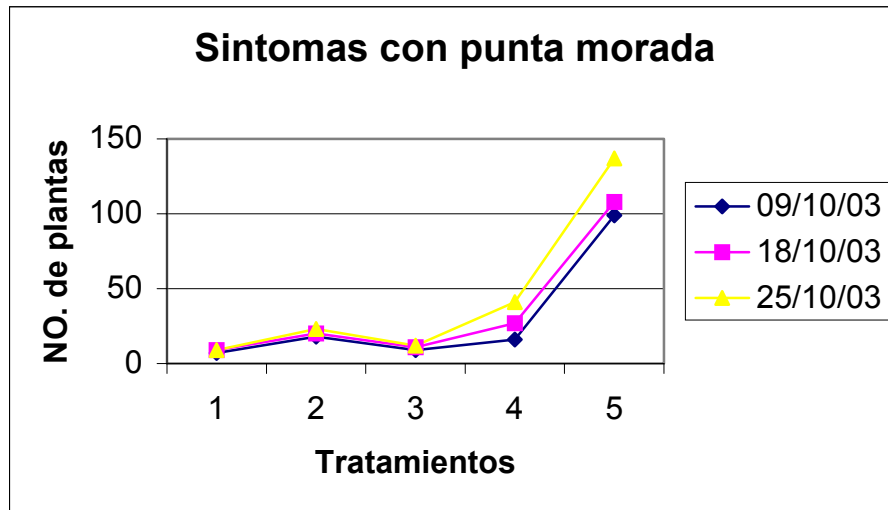
TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	$\Sigma$
1	2	2	3	2	9
2	9	5	5	4	23
3	2	3	3	4	12
4	5	8	15	13	41
5	45	19	44	29	137

Cuadro 8.- Datos corregidos con la formula raíz cuadrada de X de fecha 25 de octubre del 2003

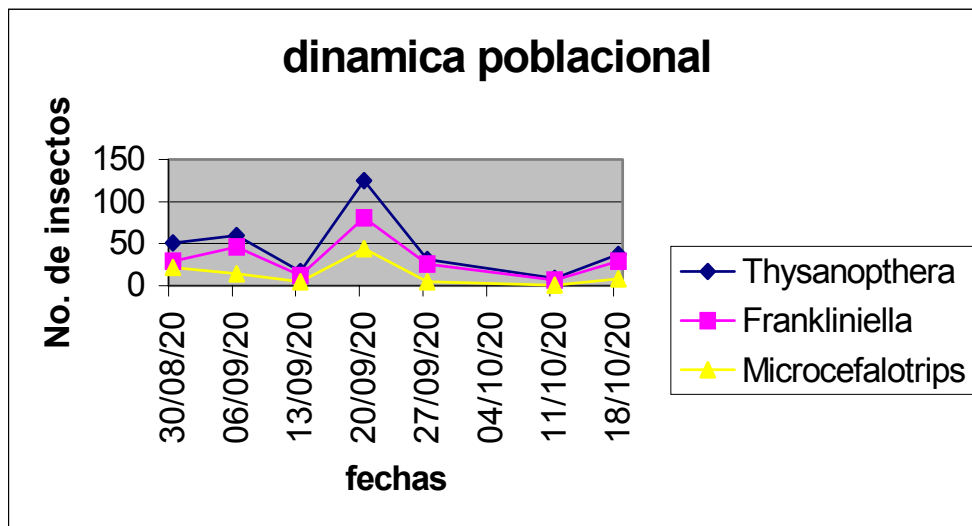
TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	$\Sigma$
1	1.4142	1.4142	1.7320	1.4142	5.9746
2	3	2.2360	2.2360	2	9.472
3	1.4142	1.7320	1.7320	2	6.8782
4	2.2360	2.8248	3.8729	3.6055	12.5392
5	6.7082	4.3588	6.6332	5.3851	23.0853



Grafica 5.- A) Dinámica de punta morada de tres fechas diferentes de conteo en cada uno de los cinco tratamientos.



Grafica 5.- B) Dinámica de punta morada de tres fechas diferentes de conteo en cada uno de los cinco tratamientos.



Grafica 6.- Dinámica poblacional de Género y especies de trips colectados

Cuadro 9.- Análisis de Varianza de plantas con síntomas de punta morada, de la fecha 09 de octubre del 2003.

**ANALISIS DE VARIANZA**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
TRATAMIENTOS	4	33.567734	8.391933	18.8668	0.000
ERROR	15	6.671997	0.444800		
TOTAL	19	40.239731			

C.V. = 28.60 %

Según el coeficiente de variación los datos tomados en el experimento de la fecha 9 de octubre, son confiables, ya que está dentro de un porcentaje tolerable, por lo que nos dice que el control se llevo a cabo con un buen porcentaje de eficiencia, por lo tanto podemos confiar en los resultados obtenidos.

Cuadró 10.- Comparación de medias y porcentaje de control de la fecha 09 de octubre del 2003.

**RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>% DE CONTROL</b>
5	4.8604 A	0
2	2.0606 B	57.71
4	1.9579 B	60
3	1.4695 B	70
1	1.3006 B	73.03

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

DMS= 1.3899

Con lo que respecta a la comparación de medias, de acuerdo a este cuadro 10, nos indica que hay diferencias entre tratamientos, nos muestra que entre el tratamiento cinco, los otros cuatro hay diferencias y que los tratamientos uno, dos, tres y cuatro controlan de igual forma, por lo que entre estos no existen diferencias. De acuerdo a los porcentajes de control nos muestra que aunque las medias nos dio que los tratamientos uno, dos, tres y cuatro son igual, el mejor de los cuatro es el tratamiento uno, seguidos por los tratamientos tres, cuatro y dos respectivamente.

Cuadro 11.- Análisis de Varianza de plantas con síntomas de punta morada, de la fecha 18 de octubre del 2003.

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	34.949753	8.737438	16.6866	0.000
ERROR	15	7.854279	0.523619		
TOTAL	19	42.804031			

C.V. = 28.16 %

Según el coeficiente de variación los datos tomados en el experimento de la fecha 18 de octubre, al igual que el de la fecha 9 de octubre es confiable, ya que está dentro de un porcentaje tolerable, por lo que nos dice que el control se llevo a cabo con un buen porcentaje de eficiencia, por lo tanto podemos confiar en los resultados obtenidos.

Cuadro 12.- Comparación de medias y porcentajes de control de la fecha  
18 de octubre del 2003.

RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIAS	% DE CONTROL
5	5.1308 A	0
4	2.4125 B	52.98
2	2.1625 B	57.90
3	1.6525 B	67.79
1	1.4936 B	70.89

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

DMS = 1.5084

De acuerdo a los resultados obtenidos con la comparación de medias, nos dice que hay diferencias entre los tratamientos, el tratamiento cinco es diferente a los demás, mientras que entre los tratamientos uno, dos, tres y cuatro no existen diferencias, por lo que el control con cualquiera de esto tratamientos da el mismo resultado. Con los resultados de los porcentajes de control nos dice que de los cuatro tratamientos en los que no existen diferencias el mejor es el tratamiento uno.

Cuadro 13 .- Análisis de Varianza de plantas con síntomas de punta morada, de  
la fecha 25 de octubre del 2003.

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	47.811203	11.952801	28.6823	0.000
ERROR	15	6.250961	0.416731		
TOTAL	19	54.062164			

C.V. = 22.28 %

Con el coeficiente de variación obtenido en esta fecha de muestreo como se ve en el cuadro 25, nos dice que hay confiabilidad en los datos del experimento, por lo que el control se llevo a cabo con un buen porcentaje de eficiencia, pero con un porcentaje mas bajo que en las dos fechas anteriores.

Cuadro 14.- Comparación de medias y porcentajes de control de la fecha  
25 de octubre del 2003

RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIAS	% DE CONTROL.
5	5.7713 A	0
4	3.1348 B	48.86
2	2.3680 BC	58.96
3	1.7196 C	70.20
1	1.4936 C	74.12

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

DMS =1.3454

De acuerdo a los resultados obtenidos con la comparación de medias, nos dice que hay diferencias entre los tratamientos, el tratamiento cinco es diferente a los demás, de igual manera los tratamientos dos y cuatro hay diferencias, por lo tanto los tratamientos uno y tres son iguales, por lo que en estos dos el control nos da el mismo resultado, sin embargo el tratamiento uno sigue siendo el mejor que los demás, esto de acuerdo al porcentaje de control que nos muestra este cuadro 16.

Cuadro 15.– Porcentajes de incidencias de punta morada de las tres fechas de muestreo.

Trat.	Total de plantas por tratamiento					% de incidencia.		
	Repeticiones					9-Oct-03	18-Oct-03	25-Oct-03
	I	II	III	IV	$\Sigma$			
<b>1</b>	119	195	121	94	529	1.328	1.717	1.712
<b>2</b>	81	51	110	79	321	5.607	6.2305	7.165
<b>3</b>	83	71	130	112	396	2.272	2.777	3.030
<b>4</b>	101	138	65	120	424	3.77	6.367	9.669
<b>5</b>	96	83	115	94	388	25.515	27.835	35.309

El porcentaje de incidencia de la punta morada en las tres fechas muestreadas dio como resultado que el tratamiento cinco es el que presenta un porcentaje mayor de incidencia, mientras que los demás tratamientos presentan menor porcentaje, demostrando que el tratamiento uno fue el mejor en el control de la enfermedad, seguidos por los tratamientos uno, tres, dos y cuatro respectivamente, por lo tanto de acuerdo al testigo se tuvo un eficiente control.



## **CONCLUSIONES:**

Dado los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

Se lograron identificar alternativas químicas para el manejo de punta morada de la papa, mediante el uso de insecticidas y/o fungicidas.

Los resultados de dinámica poblacional de insectos vectores nos indican bajas poblaciones de Psillydae (psillidos), Trips y mayor cantidad de Aphydidae (pulgones), los que no tuvieron relación con la dinámica de punta morada.

## LITERATURA CITADA.

Agrios, G.N., 1978, Fitopatología, 2da. Reimpresión. Editorial Limusa, México, D.F.

Baez-Pérez Manuel, 1983, La papa (*Solanum tuberosum*) Tesis de Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, pag. 1-5

Cruz-Martínez Juan M. 2001, Ácidos humicos y fulvicos en papa (*Solanum tuberosum*) en la sierra de Arteaga, Coahuila, Tesis UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pag. 3-7

Enríquez-Arellano E. 1999, El Cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), y sus Principales plagas y enfermedades, Tesis de Licenciatura, UAAAN, Buenavista Saltillo, Coahuila, pag. 64

Doi, Y., M. Teramaka, K. Yora y H. Asuyama. 1967. Mycoplasma or PLT group-like microorganisms found in the phloem elements of plants infected with mulberry dwarf, potato witches' broom, aster yellows, or Paulownia witches' broom. Ann. Phytopathol. Soc. Japan 33:259-266.

Flores-Valdez M.A. 1999, Producción de Semilla, Tubérculo de papa (*Solanum*

*tuberosum*), mediante técnicas de la multiplicación acelerada y minitubérculos

bajo condiciones de campo. Tesis UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1-7

García, Q.J.R. 1996. Etiología y transmisión del obscurecimiento interno del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.) para industria. Tesis de maestría.

Colegio de Postgraduados.

Garzón, T.A. 2002, El papel de la *Paratrypanosoma cockerelli* en la transmisión de Fitoplasmas en tomate. Fundación Produce, Artículo del campo experimental

Valle de Culiacán del UNFPA.

<http://www.fps.org.mx/cgi/articles.cgi?Action=View&Article=10>

Hooker, W.J. (ed.). 1981. Compendium of potato diseases. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, EE.UU. 125 p.

Khurana, S.M.P. y M.N. Singh. 1986. Viral and mycoplasmal diseases of potato. En:

Raychandhuri, S.P. y J.P. Verma (eds.). Rev. Trop. Pl. Path. 3. Today & Tomorrow's Printers and Publishers, Nueva Delhi, India. p. 123-184.

Martínez-Soriano J.P., 1999, La punta morada de la papa IX Congreso Nacional de

Productores de papa, Memorias, León Guanajuato, México.

Montaldo-Alvaro. 1984. Cultivo y Mejoramiento de la papa. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura, San José, Costa Rica. Pag. 435-450.

Osuna-Espinoza. Miguel A. 1999. Determinación de la incidencia y severidad de punta morada en tres localidades en el Municipio de Galeana N.L., Tesis de Licenciatura. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México. Pag. 9-21

Rascon-Emilio A. 1999, Producción de tubérculos-semilla de papa (*Solanum tuberosum* L). Mediante esquejes de tallo y minitubérculos bajo invernadero, Tesis UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, pag. 1-7

Salazar, L. F. 1996. Los virus de la papa y su control. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 226p.

Secretaria de Educación Publica (SEP). 1983, "papas" Manual para la educación agropecuaria, 1ra. Edición, Editorial Trillas, S.A. de C.V. México, D.F.

Valenta, V., M. Musil y S. Misiga. 1961. Investigations on European yellows-type viruses. I. The stolbur virus. Phytopathol. Z. 42:1-38.

Paginas de internet consultadas.

<http://www.condesan.org/infoandi/papa27.htm>

<http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://insects.tamu.edu/fieldguide/aimg91.html&prev=/search%3Fq%3Dparatrioza%2Bcockerelli%26hl%3Des%26lr%3D%26ie%3DUTF-8>

<http://www.redepapa.org/refugio.pdf>