

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**



Crecimiento y Producción de Papa Infestada con *Bactericera cockerelli* (Sulc) e Inoculadas con *Verticillium dahliae* Kleb Y *Fusarium oxysporum* Schlecht. Bajo Condiciones de Invernadero.

**Por:**

**JOSÉ FERNANDO INÉS JUÁREZ**

**T E S I S**

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Mayo de 2007**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**

Crecimiento y Producción de Papa Infestada con *Bactericera cockerelli*(Sulc) e Inoculadas con *Verticillium dahliae* Kleb Y *Fusarium oxysporum* Schlecht. Bajo Condiciones de Invernadero.

**Presentada por:**

**JOSÉ FERNANDO INÉS JUÁREZ**

**TESIS**

**Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

**Aprobada por:**

**Presidente del Jurado**

**Sinodal**

\_\_\_\_\_  
**Dr. Alberto Flores Olivas**

\_\_\_\_\_  
**M. C. Roberto Moctezuma Gutiérrez**

**Sinodal**

**Sinodal**

\_\_\_\_\_  
**Dr. Abiel Sánchez Arizpe**

\_\_\_\_\_  
**Dr. Adalberto Benavides Mendoza**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

\_\_\_\_\_  
**M.C. Arnoldo Oyervides García**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Mayo de 2007**

## DEDICATORIA

*A dios por haberme dado salud durante toda la carrera, por saberme guiar en aquellos momentos difíciles que se presentan en la vida, por permitirme lograr uno de los objetivos principales que tenia planteado realizar en mi vida y por darles vida a mis padres que para mi son un gran tesoro y el motor de mi vida.*

*A MIS PADRES CON CARIÑO Y AMOR:*

*Con todo el respeto, con el profundo amor y cariño para mis padres Flavio Inés Tadeo Y Maria Leonor Juárez Matías gracias por darme la vida, por esa entrega de ustedes hacia mi, y por sus oraciones que hicieron posible lograr mi mayor anhelo, ustedes son lo más grande y valioso de mi vida y los llevaré por siempre en mi corazón. “Los amo mucho y que Dios los bendiga siempre”.*

*A MIS HERMANOS CON CARIÑO:*

*Flavio, José Luis, Maria Joaquina*

*Por su grata compañía y por estar siempre conmigo en los momentos difíciles.*

*A MIS SOBRINAS:*

*LARISSA EVELIN, INGRIT ARLETTE y AYLIN gracias por su alegría y ternura que han traído a la familia y que en algún momento me hicieron reír.*

*A LA FAMILIA OVALLE Y GARZA:*

*Al ing. Octavio Ovalle, Doña Lucia*

*Al ing. Emigdio Garza, Doña Pat y*

*Por hacerme sentir como en casa y por brindarme su apoyo incondicional.*

*Al Lic. Gabriela González Moreno por brindarme apoyo y sabios consejos a los largo de mi vida.*

*A mis compañeros de generación en particular a Mariana Vallejo, Alfredo Cadenas, Alejandro Pérez, Alermo López, Adalberto hu mo, agradezco su amistad y por compartir con migo una etapa más de mi vida, por brindarme su apoyo sincero y el afecto de hermanos que tuvimos durante nuestra estancia en la UAAAN.*

*A mis grandes amigos Camerino Rojas, Alejandro Cabrera y José de la Cruz Olivares gracias por brindarme su apoyo incondicional en todos los momentos y por compartir conmigo una etapa más en la vida y en especial a los compañeros del internado del paraíso 21.*

## AGRADECIMIENTOS

*A mi Alma Mater gracias por haberme recibido en tu lecho, ser el orgullo de la familia y contribuir en lo que ahora soy. Siempre te llevaré en alto.*

*A los Profesores investigadores del Departamento de Parasitología Agrícola, agradezco su contribución como docentes y por haber influido en mi formación académica y humana para ser más competente en la vida.*

*Expreso mi humilde y profundo agradecimiento al Dr. Alberto Flores Olivas, por su magnífica asesoría y por su gran apoyo para la culminación de la tesis.*

*Al M.C. Roberto Moctezuma Gutiérrez gracias por su amistad y más que nada por haberme permitido ser su tesista, le agradezco su paciencia que ha tenido en mí, la asesoría que siempre me ha dado y más que todo, por brindarme su apoyo incondicional*

*Al Dr. Adalberto Benavides Mendoza, por sus aportaciones y disponibilidad para la revisión de este trabajo.*

*Al Dr. Abiel Sánchez Arizpe, por su gran disponibilidad para la revisión de esta investigación y la amistad mostrada a lo largo de mis estudios.*

*A Lupita que siempre me apoyo en cuestiones de asesoría en el laboratorio de Fitopatología y además de proporcionarme el material necesario y la confianza que me brindo para trabajar.*

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	viii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	x
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
El Cultivo de la Papa.....	3
Origen y Distribución.....	3
Importancia Económica.....	3
Importancia del Cultivo a Nivel Regional.....	4
Clasificación Taxonómica.....	5
Enfermedades del Cultivo de la Papa.....	5
Punta Morada Papa.....	6
Antecedentes.....	6
Importancia Económica de la Punta Morada.....	8
Síntomas de la Punta Morada de la Papa.....	8
Síntomas Follaje.....	9
Síntomas Tubérculos.....	10
Síntomas Causados por Fitoplasmas.....	10
Síntomas asociados en el complejo punta morada de la papa.....	11
Síntomas Causados por <i>Verticillium dahliae</i> .....	12
Agente Causal del Complejo de la Punta Morada.....	13
Fitoplasmas.....	14
Morfología de Fitoplasmas.....	15
Insectos Vectores de Fitoplasmas.....	16
<i>Bactericera cockerelli</i> .....	16
Morfología de <i>Bactericera cockerelli</i> .....	17
Descripción morfológica.....	17
Biología.....	18
<i>Verticillium dahliae</i> Kleb.....	19
Descripción y Características del patógeno.....	20

Ubicación Taxonómica.....	20
Ciclo Biológico de <i>Verticillium dahliae</i> .....	21
Distribución y Gama de Hospederos.....	22
<i>Fusarium oxysporum</i> .....	23
MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
Ubicación del area experimental.....	24
Obtención de material biológico.....	24
Preparación de camas.....	24
Obtención del insectos vectores de fitoplasmas ( <i>Bactericera cockerelli</i> ).....	25
Incremento de la colonia del insecto ( <i>Bactericera cockerelli</i> ).....	26
Infestación con el insecto ( <i>Bactericera cockerelli</i> ) en los tratamientos .....	26
Obtención de hongos <i>Fusarium oxysporum</i> y <i>Verticillium dahliae</i> .....	26
Incremento de <i>Fusarium oxysporum</i> y <i>Verticillium dahliae</i> .....	27
Preparación de inóculo.....	27
Inoculación de los hongos <i>Verticillium dahliae</i> y <i>Fusarium oxysporum</i> .....	28
Tratamientos establecidos .....	29
Variables y parámetros a medir .....	29
Evaluación de crecimiento de las plantas.....	30
Determinación de biomasa.....	30
Rendimiento y numero de tubérculos.....	31
Análisis estadístico.....	31
Temperatura y humedad relativa.....	31
RESULTADOS Y DISCUSION.....	38
CONCLUSIONES.....	49
LITERATURA CITADA.....	49
APENDICE.....	56

## ÍNDICE DE CUADROS

## Página

Cuadro 1. Tratamientos establecidos para determinar el efecto de <i>B. cockerelli</i> y hongos <i>Fusarium</i> y <i>Verticillium</i> sobre el crecimiento y producción de papa. UAAAN 2007..	29
Cuadro 2. Altura de plantas de papa en cada tratamiento en diferentes fechas de evaluación. UAAAN 2007.....	56
Cuadro 2.1 Análisis de varianza de las alturas de plantas de papa realizados en un diseño completamente al azar UAAAN 2007.....	56
Cuadro 3. Diámetro de tallos de plantas de papa evaluados en diferentes fechas de evaluación. UAAAN 2007.....	57
Cuadro 3.1 Análisis de varianza de los diámetros de tallos de papa realizados en un diseño completamente al azar. UAAAN 2007.....	57
Cuadro 4. Numero de hojas de plantas de papa de cada tratamiento evaluadas en diferentes fechas UAAAN 2007.....	58
Cuadro 4.1 Análisis de varianza de numero de hojas de la planta de papa realizados en un diseño completamente al azar .UAAAN 2007.....	58
Cuadro 5. Biomasa de follaje y raíz de plántulas de papa realizadas a los 54 días con síntomas de punta morada .UAAAN 2007.....	59
Cuadro 5.1 Análisis de varianza de la biomasa de follaje de plantas de papa a los 54 días con síntomas de punta morada .UAAAN 2007.....	59
Cuadro 5.2 Análisis de varianza de la biomasa de raíz de plantas de papa a los 54 días con síntomas de punta morada. UAAAN 2007.....	60
Cuadro 6. Biomasa de follaje y raíz de plántulas de papa realizadas a los 71 días con síntomas de punta morada .UAAAN 2007.....	60
Cuadro 6.1 Análisis de varianza de biomasa de follaje de plantas a los 71 días con síntoma de punta morada. UAAAN 2007.....	61
Cuadro 6.2 Análisis de varianza de la biomasa de raíz de plantas de papa a los 71 días con síntomas de punta morada. UAAAN 2007.....	61
Cuadro 7. Numero de tubérculos de plantas de papa evaluados en diferentes días a los 54 y 71 días con síntomas de punta morada .UAAAN 2007.....	62
Cuadro 7.1 Análisis de varianza de los tubérculos de planta de papa a los 54 días con síntomas de punta de punta morada. UAAAN 2007.....	62



Cuadro 7.2 Análisis de varianza de los tubérculos de plantas de papa a los 71 días consíntomas de punta morada. UAAAN 2007.....63

Cuadro 8. Rendimiento y la presencia de manchado de tubérculos por cada tratamiento establecido. UAAAN 2007.....63

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1.Cama acondicionadora en forma de micro túnel.....	25
Figura 2.Jaulas en donde se encontraban el insecto <i>B.cockerelli</i> alimentadas con plantas de papa.....	26
Figura 3.Inoculación del hongo <i>V. dahliae</i> , utilizando una jeringa hipodérmica .....	28.
Figura 4. Cosecha de tubérculos.....	31
Figura 5. Lectura de temperaturas y humedad relativa de los meses de Julio, Agosto y Septiembre).....	32
Figura 6.Altura de plantas de papa tratadas con <i>B. cockerelli</i> y <i>Verticillium</i> tomadas en las diferentes fechas de evaluación. T1 es el insecto <i>B. cockerelli</i> , T2 es el insecto <i>B. cockerelli</i> y <i>Verticillium</i> , T3 es el <i>Verticillium</i> , T4 es <i>Fusarium</i> y <i>Verticillium</i> , T5es.el testigo sin aplicación.....	35
Figura 7.Diámetro de tallos de plantas de papa tratadas con <i>B. y Verticillium</i> tomadas en las diferentes fechas de evaluación. T1 es el insecto <i>B. cockerelli</i> , T2 es el insecto <i>B. cockerelli</i> y <i>Verticillium</i> , T3 es el <i>Verticillium</i> , T4 es <i>Fusarium</i> y <i>verticillium</i> , T5 es el testigo sin aplicación.....	37
Figura 8. Número de hojas de plantas de papa tratadas con <i>B. y Verticillium</i> tomadas en las diferentes fechas de evaluación. T1 es el insecto <i>B. cockerelli</i> , T2 es el insecto <i>B. cockerelli</i> y <i>Verticillium</i> , T3 es el <i>Verticillium</i> , T4 es <i>Fusarium</i> y <i>Verticillium</i> , T5 es el testigo sin aplicación.....	39
Figura 9.Biomasas de follaje y de raíz tomadas a los 54dias después de la siembra expresada en gramos. T1 es el insecto <i>B. cockerelli</i> , T2 es el insecto <i>B. cockerelli</i> y <i>Verticillium</i> , T3 es el <i>Verticillium</i> , T4 es <i>Fusarium</i> y <i>Verticillium</i> ,T5 es el testigo sin aplicación .....	41

Figura 10. Biomásas de follaje y de raíz tomadas a los 71 días después de la siembra expresada en gramos. T1 es el insecto *B. cockerelli*, T2 es el insecto *B. cockerelli* y *Verticillium*, T3 es el *Verticillium*, T4 es *Fusarium* y *Verticillium*, T5 es el testigo sin aplicación ..... 42

Figura 11. Número de tubérculos obtenidos a los 54 y 71 días después de la siembra. T1 es el insecto *B. cockerelli*, T2 es el insecto *B. cockerelli* y *Verticillium*, T3 es el *Verticillium*, T4 es *Fusarium* y *Verticillium*, T5 es el testigo sin aplicación..... 44

Figura 12. Rendimiento promedio de las plantas de papa por cada tratamiento T1 es el insecto, T2 es el insecto y *Verticillium*, T3 es el *Verticillium*, T4 es *Fusarium* y *Verticillium*, T5 es el testigo sin aplicación..... 45

Figura 13. Efecto en la calidad de los tubérculos de papa con los patógenos .....46

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa es uno de los más importantes de México, por ser una hortaliza que aporta gran cantidad de carbohidratos y almidón en la nutrición humana; y también genera grandes fuentes de ingreso durante su explotación. (SAGARPA, 2005)

Durante el 2005 se sembraron alrededor de 49,844 mil ha, obteniendo una producción nacional aproximadamente de 1,129,280 Ton., principalmente en regiones productoras como: la del pacífico, noreste y centro del país, siendo los principales estados productores: Sinaloa, Sonora, Chihuahua y Nuevo León, éste último al igual que Coahuila reportaron una producción de 101,476 Ton. y 45,516.4 Ton. respectivamente, cuya zona papera cuenta con riego sofisticado creando así una agricultura tecnificada de los valles de esta región. (SAGARPA, 2005)

Sin embargo, en los últimos años este cultivo ha sido afectado por un complejo de agentes causando el “síndrome de punta morada de la papa” enfermedad que se considera es ocasionada por factores bióticos, los cuales se consideran Fitoplasmas y hongos (*Fusarium* y *Verticillium*), y abióticos (clima y nutrición). Esta enfermedad, ocasiona de manera directa la mala calidad de los tubérculos al inducir una acumulación de metabolitos, ocasionándole un manchado interno, que lo hace inadecuados para la industria (García-Quijano, 1996).

En los noventa, en zonas paperas de Coahuila, Nuevo León, Jalisco y otras del país comenzó a manifestarse la punta morada asociada etiológicamente a fitoplasmas, que ocasionan amarillamiento, enrollamiento de los folíolos con color morado, formación de tubérculos aéreos, necrosis vasculares en tallos (García - Quijano, 1996)

Otros patógenos asociados con el síndrome punta morada papa son el virus del enrollamiento de la hoja de papa (PLRV) (Flores-Olivas, 2004) y daños ocasionados por los hongos como *Fusarium*, *Verticillium* y *Rhizoctonia* (Guigon, 1994; Moctezuma 2005). Afecta también la calidad de los tubérculos por un manchado interno que los hace inadecuados para la industria y para uso como semilla (García - Quijano, 1996; Almeida *et al.*, 1999; Cazares-Méndez *et al.*, 2004)

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores y la importancia que ha tomado la enfermedad denominada punta morada de la papa en la región en los últimos años, se implemento el presente trabajo de investigación bajo los siguientes :

## OBJETIVOS.

Conocer la dinámica del crecimiento de plantas de papa con síntomas de punta morada, inoculadas con, *Verticillium dahliae* y *Fusarium oxysporum* e infestadas con el insecto *B. cockerelli* supuesto portador de fitoplasma.

Evaluar rendimiento de plantas de papa y manchado de tubérculos con síntomas de punta morada infestadas con el insecto *B. cockerelli* e inoculadas con *Verticillium dahliae* y *Fusarium oxysporum*.

## HIPÓTESIS

Plantas de papa infectadas con *Verticillium dahliae* y *Fusarium oxysporum* e infestadas con *B. cockerelli*, serán afectados en su desarrollo y producción, en comparación con plantas sanas.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### El cultivo de la papa

**Origen y distribución.** El genero *Solanum* es muy vasto (alrededor de 1000 especies) y ampliamente distribuido en el mundo; sin embargo, hay una fuerte concentración de especies en América del Sur y América Central. Las solanáceas tuberosas no representan más de 10 por ciento del genero *Solanum*; se conocen alrededor de 200 especies repartidas en 21 series taxonómicas; se les encuentra desde el sur de Chile, sobre todo en las zonas elevadas, aunque algunas especies se encuentran en las llanuras de Argentina, Uruguay y del sur de Brasil, en el litoral Peruano y Chileno del Pacifico (Rousselle *et al.*, 1999).

La papa *Solanum tuberosum* tiene más especies silvestres que cualquier otro cultivo. Estas especies están ampliamente distribuidas, desde la región suroeste de los Estados Unidos (Nebraska y Colorado) hasta el extremo sur de los Andes. Existen dos centros de biodiversidad de especies silvestres, uno en la región central de México y otro en la región alta Andina, desde Perú hasta el noroeste Argentino, según el Botánico John Gregory (Hawkes, 1990)

Huaman *et al.* (1988), coinciden con lo estudiado por Vavilov en 1951 respecto a que el centro de origen de la papa esta localizado en la tierra alta de Perú, habiéndose extendido por el sur de Bolivia, Argentina y Chile; por el norte, hacia Ecuador, Colombia, Guatemala y México: de estas regiones fue introducida a Europa por los conquistadores españoles a finales del siglo XVI, de donde se extendió al mundo en pocos siglos. Una vez distribuida mundialmente ha sido muy útil como alimento humano.

### Importancia económica.

La papa es de suma importancia como fuente de alimentación humana ocupando el cuarto lugar entre los principales cultivos alimenticios del mundo, pues su producción solo es superada por el trigo, maíz y arroz ; a pesar de que en los últimos años se ha

observado un descenso en la superficie sembrada y cosechada, por numerosos problemas fitopatológicos, al pasar de una producción nacional de 1,221,983 ton en el 2002 , a 1,129,280 ton en el 2005 en México (Valadez , 1997 ; SAGARPA , 2002 ;SAGARPA , 2005)

### **Importancia del cultivo a nivel regional**

En la región papera del sur de Coahuila y Nuevo León , se obtienen los rendimientos más altos por unidad de superficie a nivel nacional , llegan a obtener algunos productores hasta 50 ton /ha. Además de generar una buena fuente económica para los agricultores y proporcionar fuentes de empleo para los campesinos de la región . La variedad que más se siembra es la Alpha.

Los precios de la papa también están sujetos por la fuerza de la oferta y la demanda , pero a pesar de ello , el productor siempre busca recuperar las inversiones realizadas, aunque en ocasiones ocurran desastres con las enfermedades . pero, sin lugar a duda la papa es uno de los cultivos que tiene una fuerte demanda por la gran fuente de ingresos que genera para los agricultores , y la gran demanda de mano de obra que necesita durante su desarrollo agrícola (70-85 jornales /ha) y de postcosecha como cosechadores , cargadores ,transportistas ,comerciantes (Rocha, 1985) .

Es por ello, que la papa constituye un alimento fundamental en la dieta del hombre , pues en México el consumo percapita es de 12.5 kg, muy bajo si comparamos a Estados Unidos u Holanda que es de 58.4 kg y 58.8 kg respectivamente ; en México la papa ocupa el sexto lugar de importancia alimenticia ( Rangel , 1995).

### **Usos**

La mayoría de la papa en el mundo se consume en fresco pero en los países mas desarrollados cada vez es mas alto el porcentaje de papa que se transforman de una u otra manera para su aprovechamiento posterior.

Actualmente, en la industria de la papa, las técnicas han evolucionado, pero los principios siguen siendo los mismos, hojuelas deshidratadas y papa trozadas congeladas, y a los que hay que añadir otros sistemas de deshidratación y de conservación mediante fritura y cocción como los purés (Alonso, 1996).

### **Clasificación taxonómica de la papa.**

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

Reino..... Metaphyta  
Phyllum..... Antophyta  
Clase..... Dicotiledónea  
Familia..... Solanáceas  
Genero..... *Solanum*  
Especie..... *tuberosum*

### **Enfermedades de la papa**

La papa es atacada por enfermedades originadas por hongos, virus y viroides, bacterias y fitoplasmas. Estos patógenos, al infectar el follaje, las raíces y/o los tubérculos, provocan debilitamiento de las plantas, muerte prematura y/o mala calidad de los tubérculos (Rousselle *et al.*, 1999).

Con la papa nace el interés por el estudio de las enfermedades de las plantas como consecuencia de la epidemia de tizón tardío, ocasionado por *Phytophthora infestans* que azotó Europa desde 1842; tuvo su máxima expresión 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).

Las enfermedades de gran importancia económica para el cultivo de la papa son; el tizón tardío causada por *P. infestans* (Mont De Bary); tizón temprano ocasionado por *Alternaria solani* (Ell. Sor); rhizoctonosis provocada por *Rhiz octonia solani* (Kühn); fusariosis ocasionada por varias especies del genero *Fusarium* como *F. oxysporum* y *F.*



sambucinum; verticiliosis ocasionada por *Verticillium albo-atrum*; además de virus como el del enrollamiento de la papa (PLRV por sus siglas en inglés); el virus “Y” de la papa (PVY) y el virus “X” de la papa (PVX por sus siglas en inglés). En los últimos años la enfermedad punta morada de la papa, causada por un fitoplasma se ha convertido en una de las más importantes para la producción de papa en el país, la cual se describe a continuación, (Rousselle *et al.*, 1999; Flores *et al.*, 2004).

La punta morada se ha considerado como el factor limitante más importante de la producción de papa en México. Esta enfermedad por muchos años 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 hongos como *Fusarium* y *Verticillium*. A continuación se presenta una breve revisión de esta enfermedad.

### **Punta Morada de la Papa.**

**1. Antecedentes.** La punta morada de la papa y los daños que causa, ha sido conocida desde el año de 1915 (Beall y Cannon, 1945), quienes señalaron que la causa de la enfermedad es todavía incierta, aunque relacionaban a dicha enfermedad con algunos insectos plaga.

La punta morada de la papa (PMP), fue reconocida inicialmente en Canadá durante 1933, pero fue hasta 1953, cuando se registraron incidencias del 20 al 75% en papa. En 1954 las pérdidas en la producción comercial de papa fueron cuantiosas en Canadá y Estados Unidos de Norte América, ya que los tubérculos utilizados como semilla produjeron síntoma de “Brote de Hilo” (BH), causando que las plantas que lograron desarrollar no produjeran tubérculos adecuadamente (Cadena y Galindo 1985).

En la región de Coahuila -Nuevo León, Guigon (1994), describe una enfermedad con síntomas típicos de punta morada, pero no la menciona como tal, solo describe que algunas plantas de etiología desconocida presentaban síntomas como tubérculos aéreos y brotes axilares anormales, así como una coloración en los bordes de las hojas rosa – púrpura y el desarrollo

de tubérculos en las yemas axilares de las plantas.

(García-Quijano,1996), señalo que a principios de la década de los noventas en las áreas paperas de Coahuila, Nuevo León, Jalisco y otras áreas paperas del país, comenzó a manifestarse una enfermedad de etiología desconocida ocasionando amarillamientos, enrollamientos de foliolos de color morado, formación de tubérculos aéreos, necrosis vascular en tallos y tubérculo. Actualmente a dicha enfermedad se le conoce con e nombre de punta morada de la papa causando grandes perdidas en la producción, principalmente en aquellos tuberculos destinados a la industrialización .

Martínez-Soriano (1999b) menciona que desde hace mucho tiempo los agricultores han tenido conocimiento de la enfermedad punta morada de la papa. También hace referencia a Kunkel quien en 1926 describió perfectamente la primer enfermedad de este tipo aunque inicialmente la asoció a patógenos virales.

Al igual que en México, existen reportes en Guatemala, donde la ubican como el segundo problema en importancia para el cultivo de la papa después del tizón tardío (FAO citada por Martínez-Soriano, 1999b).

En 1994, el nombre trivial “fitoplasma” fue adoptado por el Phytoplasma Working Team en el décimo Congreso de Organización Internacional de Micoplasmología, reemplazando el término “organismo parecido a micoplasmas” o MLO (Lee, 2000).

En parte, la descripción del síndrome del amarillamiento de la papa reportado por Hartaman (1937), coincide con lo que en México se ha reportado como el efecto de al menos los fitoplasmas PMP y BH en papa (Leyva y Martínez , 2001).

En la Región Columbia Basin de Washington y Oregon se reportó una epidemia de punta morada de la papa en los años 2002 y 2003, causando grandes pérdidas económicas en la industria de la papa (Lee y Davis, 2004).

## **2. Importancia económica de la punta morada de la papa.**

En 1991 la incidencia de la brotación anormal (BA) de los tubérculos (“machos”) asociada con la punta morada de la papa fue alta en León Guanajuato (33% al 49%), en los estados de Nuevo León y Coahuila (36% al 95%). En este mismo año en algunas partes del estado de México (Valle de Toluca), Michoacán, Tlaxcala y Veracruz se detectaron porcentajes relativamente bajos de la enfermedad (0% al 2%) (Cadena -Hinojosa, 1993).

Actualmente se estima que un 50% de la superficie sembrada de papa en México es afectada por la enfermedad. Las pérdidas pueden llegar a ser hasta un 80% del rendimiento. Además de las pérdidas en el rendimiento, los tubérculos infectados pierden valor en el mercado por la necrosis interna y baja calidad industrial ( Salazar, 1997).

Una disminución directa de la producción o la afección de la viabilidad de los tubérculos que se usaran como semilla en siguientes ciclos; es muy importante pues de la inversión total para el cultivo se destinan aproximadamente 40% para la compra de semilla por tal motivo, los daños o pérdidas que incidan sobre las semillas son realmente desastrosos ( Martínez-Soriano *et al*, 1999).

Durante los años 2003 y 2004, la incidencia de esta enfermedad se incremento considerablemente, llegando al 100% en algunas zonas productoras de papa, como ocurrió en el sur de Coahuila y Nuevo León, las pérdidas fueron millonarias ya que el rendimiento se redujo hasta en un 90% en algunos lotes, y cuando se logro tener rendimientos razonables, la producción careció de valor comercial, pues su calidad fue afectada por el manchado interno de los tubérculos, por lo que las pérdidas fueron del 100% ( Flores - Olivas, 2004)

## **3. Síntomas de la punta morada de la papa.**

Maramorosch (1988), indicó que los síntomas de la punta morada de la papa pueden diferir dependiendo de la altitud, de las variaciones de temperatura y la variedad; la

coloración morada de la parte superior de la planta, es mas pronunciada en algunas variedades; algunos tubérculos aéreos producen folio los en sus ápices.

Los primeros síntomas aparecen en los brotes terminales y en las hojas, se enrollan y toman un color morado de donde la enfermedad toma su nombre, es común observar en algunos casos la aparición primero de una tonalidad amarilla en la parte aérea de la planta, posteriormente adquiere el color morado.

A medida que avanza la enfermedad, la planta detiene su desarrollo y se produce una brotación anormal de las yemas axilares, también se observa el engrosamiento de nudos y la formación de pequeños tubérculos aéreos. En la parte basal de los tallos hay necrosis vascular y en el interior de los tubérculos el anillo vascular se observa también necrosado, la planta enferma toma al final una apariencia de marchites con un tono amarillento a morado apagado y muere prematuramente (Calderón, 1978; Cadena y Galindo, 1985 y Alonso, 1996).

Los síntomas incluyen el desarrollo de flores verdes y la pérdida de pigmentos normales de las flores, el desarrollo de partes florales dentro de estructuras no aptas, la esterilidad de flores, proliferación de crecimientos, los síntomas ocasionados por fitoplasmas varían de acuerdo a la etapa de infección ( *Lee et al*, 2000).

En síntomas muy avanzados, los tallos subterráneos, estolones y raíces, manifiestan una coloración café oscuro del sistema vascular, producen tubérculos pequeños ( tercera o cuarta categoría), y si se llegan a observar tubérculos de primera o segunda categoría, al realizarles un corte transversal se observa manchado. Existen variedades que toman un poco mas el manchado como es el caso de Gigante ( Flores - Olivas, 2004).

**3.1 Síntomas en follaje** .Las plantas pueden manifestar la enfermedad desde los 20 días después de la emergencia, dependiendo de la fecha de infección y de las condiciones de nutrición, y humedad. Muestran acortamiento de entrenudos, coloración amarilla y/o

morada en los márgenes de las hojas apicales principalmente, proliferación de brotes axilares con una hinchazón basal y el tallo tiene forma de raquis (Flores *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2004).

Los primeros síntomas aparecen en los brotes terminales y en las hojas se enrollan y toman un color morado de donde la enfermedad toma su nombre, es común observar en algunos casos la aparición primero de una tonalidad amarilla en la parte aérea de la planta, posteriormente adquiere el color morado (Calderón, 1978; Cadena y Galindo, 1985 y Alonso, 1996).

La producción de tubérculos aéreos, pequeños y deformes como producto del taponamiento del sistema vascular, es muy común (Arslan *et al.*, 1985). La planta enferma toma al final una apariencia de marchitez con un tono amarillento a morado apagado y muere prematuramente (Cadena y Galindo, 1985). De acuerdo a lo anterior es necesario saber como son y como se descubrieron los fitoplasmas.

**3.2 Síntomas en tubérculos.** En los tubérculos infectados, se observa un rayado generalizado conocido como papa rayada o papa manchada, estas rayas o manchas pueden ser leves o cubrir totalmente el interior del tubérculo; los tubérculos infectados, con síntoma o asintomáticos, cuando se usan como semilla, pueden manifestar tres características: a) producen un brote normal, b) no brotan, c) brotan con “brote de hilo” (Flores *et al.*, 2004). Se ha demostrado que los síntomas descritos previamente pueden ser causados por fitoplasmas y también por el efecto de la toxina del psílido de la papa (Maramorosch 1985; Citados por Almeyda *et al.*, 2004).

García (1996), menciona que al seccionar transversalmente los tubérculos, las variedades susceptibles, muestran una mancha parda que se extiende radialmente desde los haces vasculares hasta la región parénquimática de la medula. Mancha que también afecta a los tejidos del estolón y es mas intensa en la porción basal del tubérculo.

**3.3 Síntomas asociados a fitoplasmas.** 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.

Se calcula que actualmente mas de doscientas enfermedades de las plantas son causadas por fitoplasmas, dichos organismos son transmitidos principalmente por insectos chupadores del orden Homóptera de las familias Cicadellidae y Psilidae. El fitoplasma no es transmitido inmediatamente después de que el vector se haya alimentado de una planta enferma o infectada, sino que lo comienza a transmitir después de un periodo de incubación de 10 a 50 días, tiempo que requiere el micoplasma para propagarse y distribuirse dentro del vector (Agrios, 1988; Latorre, 1999).

### **3.4 Síntomas asociados en el complejo punta morada de la papa**

*3.4.1 Fusarium oxysporum* Schlecht. Se ha caracterizado por causar síntomas que causan daño en el sistema vascular ocasionando daños en los marchitamientos, coloración amarilla, y putrefacción de la raíz, dentro de los daños el que cobra mayor importancia es el de marchitamiento vascular que generalmente *Fusarium oxysporum* es el que lo ocasiona en mayor grado ( Agrios, 1988)

El ataque con frecuencia se inicia en el sistema radicular, especialmente en aquellas raíces mas finas, de ahí el daño avanza hacia el tallo. Los síntomas de la marchitez fusarica, se observan principalmente en las hojas mas viejas, muestran estas una clorosis seguida de una marchitez; dichos síntomas progresan posteriormente a las hojas jóvenes iniciándose al mismo tiempo una invasión del sistema vascular por el hongo ( Smith *et al.* , 1992)

Roberts y Boothroyd (1978), indicaron que los síntomas de la marchites causada por el hongo puede desarrollarse con mayor rapidez durante la floración y la fructificación. En los cultivos generalmente dichos marchitamientos van a observarse en forma de manchones que se extiende en forma gradual hasta cubrir todo el cultivo causando la muerte prematura de las plantas. Los síntomas de la marchites se ven mas acentuados

durante el día o durante las horas intensas de calor y durante las noches hay una aparente recuperación de la planta.

De acuerdo con Hernández-Huerta (2000), él menciona que las plantas inoculadas mezclando los dos patógenos se presentó una incidencia del 75 por ciento, tomando en cuenta que *F. oxysporum* inoculado por separado presentó una incidencia del 100% y *V. dahliae* una incidencia del 25%, lo cual indica que de los dos hongos inoculados juntos esta técnica el patógeno que tuvo mayor efecto sobre los síntomas fue *F. oxysporum*.

Moctezuma (2005) reporta que la enfermedad punta morada de la papa en la región sur de Coahuila y Nuevo León asociada a hongos fitopatógenos de suelo *F. oxysporum* y *V. dahliae* alcanza altos niveles de incidencia 100%, y que además el *F. oxysporum* presenta mayores efectos en los síntomas de la enfermedad en condiciones de invernadero.

### **3.4.2 Síntomas *Verticillium dahliae*, asociados a punta morada de la papa**

Los síntomas de marchites por el hongo *Verticillium dahliae* son casi idénticos a los que produce *F. oxysporum* y en los hospederos afectados por ambos hongos es imposible diferenciarlos en campo, excepto mediante pruebas de laboratorio (Presley, 1950; Agrios, 1998)

De acuerdo con Alonso (1996), él menciona que las hojas de las plantas afectadas por el patógeno empiezan a marchitarse de abajo hacia arriba, al principio las hojas adquieren una clorosis y luego se van oscureciendo hasta solo o varios tallos de la planta, en la parte interna del tallo o tejido dañado se observan decoloraciones necrosadas en el área del xilema.

Generalmente los síntomas de la enfermedad aparecen antes o al momento de la floración, también pueden observarse que la enfermedad se inicia en forma de manchones dentro del cultivo e ir avanzando gradualmente hasta cubrir todo el plantío, ocasionando que las plantas mueran antes de la maduración.

La verticiliosis se manifiesta generalmente durante la segunda etapa del cultivo, sobre todo en los años cálidos y secos, por una marchitez de la parte aérea de las plantas que a veces puede ser confundida con los signos de madurez temprana. Esta enfermedad esta ampliamente extendida en el mundo. Es generalmente importante en zonas cálidas ( Sampson, 1980; Rowe,1985).

En el caso de tubérculos de papa afectados por el patógeno se pueden apreciar coloraciones castaño- necrótica en el anillo vascular ; en los tallos al realizar cortes tanto transversales como longitudinales se podrá observar al tejido vascular necrosado (Presley, 1950; Platt y Sanderson , 1987)

De acuerdo con Hernández (2000), de acuerdo a los resultados de su investigación, demuestra que *F. oxysporium* y *V. dahliae* se encuentran involucrados en los síntomas de la punta morada de la papa en la región papera del sur de Coahuila y Nuevo León.

#### **4. Agentes Causales del complejo la punta morada .**

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 , y aparentemente en raras ocasiones, en células del parénquima floemático de las plantas infectadas (Salazar, 1996).

Hasta antes de 1967 se consideraba que los síntomas de la punta morada de la papa eran causados por un virus, mismo que causa el amarillamiento del aster, transmitidos por insectos conocidos comúnmente como chicharritas, siendo las especies mas importantes *Macrostelus fascitrous* Stal. *M. divisus* Uhl. Y *Psilla pyricula* ( Leach y Bishop, 1944; Macleod, 1954).

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.

Cadena y Galindo, 1985, realizaron estudios y presentaron evidencias de que las enfermedades del grupo de los amarillamientos del aster incluyendo la punta morada, eran causados por organismos tipo micoplasma; estudios posteriores obtuvieron pruebas específicas de que el amarillamiento del aster era causado por un micoplasma y no por virus como anteriormente se había considerado; actualmente se considera que la punta morada de la papa es causada por micoplasmas transmitidos por los insectos antes mencionados (Banttari, *et al*, 1990).

Prácticamente el 100% de los reportes que existen sobre la enfermedad de punta morada, la asocian a microorganismos llamados fitoplasmas. Indudablemente que es el más importante agente causal de esta enfermedad, sin embargo, se ha observado que no es un patosistema de etiología simple, sino que participan otros agentes en menor grado, pero que no dejan de ser importantes en la etiología de la punta morada (Flores -Olivas, 2004.)

Existen hongos que atacan a la papa y que por su desarrollo afectan al sistema vascular de la planta, como consecuencia ésta produce síntomas similares a aquellos producidos por fitoplasmas, como son coloración morada en los bordes de las hojas, producción de tubérculos aéreos, cambios en la coloración del sistema vascular, (Flores -Olivas, 2004). A continuación se presenta una descripción de los organismos que actualmente se asocian como agentes causales de la punta morada.

**4.1 Fitoplasmas.** Desde 1967, algunos investigadores en sus trabajos sobre diversas enfermedades de las plantas comenzaron a observar que algunos síntomas como: amarillamientos, enanismos, achaparamientos, escobas de brujas, filodias, entre otras y que hasta ese momento se consideraban como agentes causales a los virus por ser transmisibles

mediante insectos, injerto, savia, algunas plantas parasitas como la cuscuta, no corresponden realmente a enfermedades virosas, sino que estan asociadas con organismos procarioticos de cuerpos pleomorficos conocidos como micoplasmas, dichos organismos generalmente se encuentran en los tubos cribosos de los haces vasculares de sus hospederos; su multiplicación la llevan a cabo dentro de las células ( Sarasola, 1975; Dickinson y Lucas, 1987).

En 1967 científicos japoneses descubrieron el fitoplasma que causaba amarillamiento en plantas. Antes de este descubrimiento estas enfermedades eran causadas por virus, aunque los virus no pueden ser visualizados en tejidos finos enfermos o aislados del tejido de plantas enfermas. En la naturaleza, el fitoplasma es transmitido a las plantas enfermas por insectos chupadores. Semejante a la mayoría de micoplasmas que atacan a animales y humanos, los fitoplasmas no pueden ser cultivados invitro. Ese mismo año se observaron microorganismos eran susceptibles a las tetraciclinas pero no a la penicilina y que los síntomas de las plantas infectadas podían suprimirse, al menos temporalmente, mediante tratamientos con antibióticos (Agrios, 1996).

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.

**4.1.2 Morfología de los fitoplasmas.** Los micoplasmas causantes de enfermedades en las plantas actualmente se les conoce como fitoplasmas, son organismos pleomorficos, carecen de pared celular y están rodeados por una membrana unitaria. Estudios recientes sugieren que en ciertos estados de desarrollo pueden estar presente s formas espiralazas. El tamaño de los micoplasmas es variado, pueden presentar dimensiones que van de entre 500 y 1000 nm de diámetro, las estructuras de mayor tamaño tienen forma esférica y contienen una red fibrilar central de hebras presumiblemente de ADN y un área periférica de gránulos parecidos a ribosomas. Se presume que su reproducción es asexual por fusión o fragmentación (Hooker, 1980).

**4.1.3 Insectos vectores de fitoplasmas.** La enfermedades provocadas por fitoplasmas son dispersadas principalmente por insectos chupadores de savia, vectores pertenecientes a las familias Cicadellidae, Fulgoridae y Psyllidae; estos insectos se alimentan de los tejidos del floema, donde adquieren el fitoplasma y lo transmiten de planta a planta, las cuales sirven de reservorios del patógeno durante el invierno, o lo transmiten a plantas perennes que servirán de fuente de inóculo para la siguiente primavera (Tanne *et al.*, 2001).

Un 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), (Daniela, Witcom y Davis, citados por Osuna, 1999). Entre otros géneros sobresalen el genero *Macrostes spp* quien tiene el mayor número de reportes y descripciones, Martinez (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 *Macrostes fascifrons*, *M. divisus*, *Alebroides sp.* y *Orosius albacinctus* (Martinez-Soriano, 1999).

**4.1.4 *Bactericera cockerelli* (Sulc)** Esta especie, también conocida como: pulgón saltador, psílido de la papa, el psílido del tomate, o simplemente como salerillo, fue descubierto en 1909 por Cockerelli en el estado de Colorado (EUA) y, como reconocimiento, Sulc en 1909 propuso el nombre científico *Trioza cockerelli*, aunque más tarde se confirmó taxonomicamente como *Paratrioza cockerelli*. Recientemente, el genero de esta especie se ha revisado y se le ha asignado el nombre de *B. cockerelli* (Burckhardt y Lauterer, 1997; Millar *et al.*, 2000).

Es un insecto que pertenece a la familia Psillidae (Homoptera), por ello se le conoce también con el nombre de Psilido. Este hexápodo fue descubierto en 1909 por un investigador estadounidense de apellido Cockerell en el estado de Colorado, y se le dio el nombre de *Trioza cockerelli*, aunque mas tarde se le cambio el genero 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 lanzo a la fama al mencionado insecto. El origen de este,

según investigadores del vecino país del norte, se lo adjudican al Oeste de Norteamérica (Garzón-Tiznado, 2002).

De acuerdo con Richards (1928) el centro de origen de *B. cockerelli* es el Oeste de los Estados Unidos de Norte América. En México hay antecedentes de este insecto desde 1947, cuando Pletsch reportó haberlo encontrado en los estados de Durango, Tamaulipas y Michoacán; posteriormente se detectó en los Estados de México y Guanajuato, donde se le bautizo como “Pulgón saltador” (Garzón *et al.*, 2005).

#### **4.1.5 Morfología *B. cockerelli*.**

Los psílicos de la papa tienen tres etapas de vida: huevos, ninfas y adultos (Garzón, 2002):

#### **Clasificación taxonómica**

De acuerdo a Triplehorn y Johnson (2005) la clasificación del psílido de la papa es la siguiente.

Orden:..... Hemiptera  
Suborden: .....Sternorrhyncha  
Superfamilia: .....Psylloidea  
Familia: .....Psyllidae  
Genero: .....*B.*  
Especie: .....*cockerelli*

#### **Descripción morfológica**

##### **Huevecillo**

Es ovoide, anaranjado-amarillento, con corion brillante y presenta en uno de sus extremos un pequeño pedicelo corto, que se adhiere a la superficie de las hojas (Garza y Rivas, 2003; Marín, 2003).

##### **Ninfa**

El insecto pasa por cinco estadios ninfales. Las ninfas son ovaes aplanadas, como escamas, y pasan de naranja al verde pálido. El perímetro del cuerpo tiene estructuras

cilíndricas que producen filamentos cerosos que forman un halo alrededor suyo. A partir del segundo estadio aparecen los paquetes alares. .( Garzón *et al.*, 2005)

### **Adultos**

Es muy parecido a una cigarra, de tamaño pequeño; mide de 2 a 6 mm de longitud tiene tarsos de dos segmentos y antenas usualmente de diez segmentos. (Lorus y Margery, 1980). Su color cambia gradualmente de amarillo claro a verde pálido recién emergido, a café o verde, dos o tres días después, hasta alcanzar un color gris o negro a los cinco días de edad (Garza y Rivas, 2003).

Los machos tienen seis segmentos abdominales, más el segmento genital, con una "Y" en el dorso cuyos brazos se dirigen hacia el ápice.

### **4.1.6 Biología**

La hembra oviposita más de 500 huevecillos en el envés y borde de las hojas, adheridos por un pequeño pedicelo; requieren de tres a 15 días para incubar; la ninfa pasa por 4 instares en 14 a 17 días, requiriéndose alrededor de 30 días desde la cópula hasta la formación del nuevo adulto (Garza y Rivas, 2003).

#### **Hábitos y comportamiento**

Además de que la paratrioza tiene hábitos migratorios ( su vuelo alcanza hasta 1.5 Km de altura ), incide más en zonas agrícolas bajo monocultivo de to mate , papa, chile y tomatillo, llegando a estos cultivos desde otros cultivos y sus hospedantes silvestres. (Garzón *et al.*, 2005)

El insecto desaparece en el invierno, sin que se conozca aun su forma invernante. Sin embargo, se sospecha que emigra a grandes distancias en busca de alimento o rehuendo las temperaturas extremas. Así , en regiones con veranos calientes, el insecto emigra hacia sitios frescos generalmente en áreas montañosas y , cuando allí baja la temperatura , emigra hacia los valles que son menos fríos . En las primeras horas de la

mañana, después de la salida del sol, el adulto migrante llega a las hojas apicales de las plantas, que es donde primero se le localiza. (Garzón *et al.*, 2005)

En todas sus etapas de desarrollo, la paratriosa se alimenta de las hojas mediante un estilete del tamaño de su cuerpo. La hembra vive unos 21 días – tres veces más que los machos -. Después del apareamiento empieza a ovipositar en el follaje hasta un total de 500 huevesillos, prefiriendo hacerlo primero entre 1<sup>a</sup> y 4<sup>a</sup> hojas verdaderas del tomate.

Un comportamiento similar se ha observado en papa. Por estarazón, las ninfas mas viejas se encuentran en el tercio inferior de la planta, lo que hace más difícil su control químico. (Garzón *et al.*, 2005)

Los adultos vuelan unas 2 horas al día, por lo que, observando la dirección de los vientos dominantes se puede prever por donde entrarán a la plantación. Las primeras hembras en llegar a las plantaciones ovipositan en tan solo 4 a 10 días, lo que hay que considerar para su control. (Garzón *et al.*, 2005)

Los adultos necesitan de tan solo 15 a 120 minutos para transmitir los fitoplasmas con una eficacia de 16%.

Las ninfas prefieren vivir en la parte inferior de las hojas. Son casi inmóviles en los tres primeros estadios y, aunque en los siguientes adquieren cierta movilidad, esta no es importante para la diseminación del fitoplasma. Únicamente los adultos son responsables de la diseminación a corta y larga distancia. (Garzón *et al.*, 2005)

Salas- Marina (2006) menciona que *B. cockerelli*, *Carsidara sp*, estos presentaron 100 y 40 % de manchado respectivamente y *Circulifer.tenellus*(Cicadellidae), a pesar de que esta transmitió el fitoplasma en un 100 % de eficiencia, se tuvo 0 % de manchado de los tubérculos, son portadores de fitoplasma en papa, además los síntomas de la punta morada solo se manifiestan en plantas infestadas con *B. cockerelli* y *C. tenellus*.

**4.2 *Verticillium dahliae* Kleb.** Xiao y Subbarao (1998), reportaron que el patógeno es el agente causal de los marchitamientos de muchos cultivos de importancia económica, es un hongo habitante muy común de los suelos. El hongo sobrevive en forma de

microesclerocios en el suelo por mas de 13 años, dicha estructura es considerada la principal fuente de inóculo.

El hongo es muy común en regiones productoras de papa, atacan al cultivo a través del sistema radicular e invadiendo al sistema vascular provocando los comunes marchitamientos; por ser parásitos vasculares interfieren en el movimiento de agua y nutrientes, los cuales son más severos en suelos de textura gruesa y periodos de mucho calor. El daño vascular puede extenderse por toda la longitud de los tallos y los tubérculos, mientras que los marchitamientos causan la muerte prematura de la planta, las enfermedades causadas por este hongo son del tipo monocíclicas. (Ayers, 1952; Hooker, 1980; Xiao y Subbarao,1998).

Platt y Sanderson (1987), mencionaron que las especies de *Verticillium* que causan enfermedades al cultivo de la papa son *V. dahliae* y *V. albo-atrum*, encontrándose en muchas áreas del mundo donde se siembra dicho cultivo.

Los síntomas que causan dichas especies en el campo son muy similares, hay investigadores que afirman que se trata del mismo patógeno, aunque morfológicamente presentan diferencias. *V. albo-atrum* en medio de cultivo forma micelio negro y hay formación de clamidosporas; *V. dahliae* presenta micelio blanco-grisáceo a cremoso y hay formación de microesclerocios (Castrejón, 1978; Platt y Sanderson 1987 ; Romero, 1993).

**4.2.1 Descripción y características del patógeno.** *V. dahliae* se caracteriza por la presencia de conidióforos alargados , hialinos , ramificados verticiladamente, conidios ovales a elipsoidales hialinos unicelulares , producidos apicalmente, solitarios o en pequeñas cabezuelas (Mendoza y Pinto, 1983; Romero, 1993).

El hongo en medio de cultivo PDA tiene un crecimiento abundante , en un principio el micelio es blanco con hifas hialinas septadas , posteriormente el micelio adquiere una tonalidad crema –grisácea , forma estructuras de resistencia conocidas como microesclerocios generalmente de color negro; aunque en algunas veces adquieren un tono hialino o pardo –oscuro (Castrejón,1978; Smith, 1992) .

#### 4.2.2Ubicación Taxonómica

De acuerdo con Alexopoulos y Mins (1979), Clasificación taxonómicamente al hongo *V. dahliae* de la Siguiete manera:

Reino..... Micetae  
División..... Amastygomicota  
Clase ..... Deuteromycetes  
Subclase..... Hyphomycetidae  
Orden..... Moniliales  
Familia..... Moliniaceae  
Genero..... *Verticillum*  
Especie..... *Dahliae*

**4.2.3Ciclo Biológico de *V. dahliae* Kleb.** Mendoza y pinto (1983) , menciona que el hongo inverna en forma de microesclerocios ya sea en el suelo, en residuos de cosecha o sobre hospederos perennes . El micelio o microesclerocios germinan cuando las condiciones le son favorables

Los microesclerocios pueden germinar cuando son estimulados por exudados de las raíces de los hospederos ( Xiao y Subbarao,1998) y penetran el tejido de la raíz ya sea por aberturas naturales , de forma mecánica o por heridas causadas por algunos nematodos , maquinaria agrícola u otras labores realizadas al cultivo. El micelio llega al xilema en poco tiempo e invade los tejidos conductores y avanza hacia arriba a través de estos , provocando el taponamiento e impidiendo el paso de agua y nutrientes reflejándose en la planta una marchites. Los conidios se producen dentro del tejido y si las condiciones son adversas hay formación de microesclerocios para invernar (Ayers, 1952; Mendoza y pinto, 1983).

Los microesclerocios pueden permanecer latentes en el suelo por periodos largos que pueden ser de 12 – 14 años (Smith *et al.* 1992; De la Garza, 1996; Xiao y Subbarao, 1998), aunque Agrios (1988), señala que dicha estructuras de resistencia pueden sobrevivir hasta 50 años.



El hongo puede diseminarse por el agua de riego, por el viento, suelo, maquinaria agrícola contaminada, por semilla u otras partes vegetativas utilizadas para la propagación. En cuanto a las condiciones de temperatura que el hongo requiera, este prospera óptimamente a temperaturas de 25 – 28 C, puede crecer en un rango de temperatura que van desde 5-32 C fuera de ese rango el hongo inhibe su crecimiento (Agrios, 1988; De la Garza, 1996).

**4.2.4 Distribución y gama de hospederos.** El hongo *V. dahliae* se encuentra distribuido en todo el mundo encontrándose principalmente en zonas templadas y subtropicales (Romero, 1993). La gama de hospederos de dicho patógeno es muy amplia, se menciona que pueden tener más de 200 especies de plantas hospederas entre las que se encuentran hortalizas, frutales, ornamentales, forestales, industriales, y malezas (Devaux y Sackston, 1966; Latorre, 1999)

Smith *et al.* (1992), reportaron que se han encontrado plantas como trigo y cebada portadoras del hongo sin que estas presentes síntomas de la enfermedad.

Rowe, Riedel y Marin (1985); Botseas y Rowe(1994); Saeed, Mac Guidwin y Rouse(1997), coinciden en señalar que la incidencia y severidad de la marchitez en papa causada por *V. dahliae* se incrementa notablemente cuando en el suelo hay poblaciones de nematodos *Pratylenchus penetrans*.

Rahimian y Mitchell (1984), en experimentos realizados, observaron que la asociación de *V. dahliae* y *Erwinea carotovora pv carotovora* causantes de marchitamientos y pudriciones en tubérculos y tallos en la papa aumentaron notablemente la incidencia y severidad. Jacobsen *et al.* (1979), realizaron estudios en invernadero y campo con la finalidad de observar la interacción entre *V. albo-atrum* y *Meloidogyne hapla* en la marchitez de la papa encontraron que tanto en el invernadero como en el campo la presencia de *M. hapla* incremento notablemente la marchitez en el cultivo.

Jonson , Radcliffe y Teng (1986), observaron que los síntomas de marchitez causados por *V. dahliae* , tizón temprano causado por *Alternaria solani* y el daño causado por la chicharrita *Empoasca fabae* en el cultivo de la papa, dichos daños fueron muy severos en las variedades Russet Burbank, Norland y Red Pontiac a tal grado que el rendimiento se vio muy reducido.

Cruz (1997), en un trabajo realizado para evaluar el efecto de los virus X, Y,S de la papa y su interacción con *V. dahliae* en el rendimiento de la papa variedad Gigant bajo condiciones de invernadero , dicho experimento demostró que hay una disminución drástica en el rendimiento.

**4.3 *Fusarium oxysporum*** .Algunas especies de *Fusarium* son de importancia como patógenos de la papa ( Hooker, 1980; O Brien y Rich, 1979). Su ataque es mas severo en lugares donde se cultiva papa a temperaturas relativamente altas o durante la estación seca y calurosa ( Hooker, 1980). Causan una variedad de problemas a la papa tales como marchitamientos vasculares, pudrición de tubérculos, raíz y parte inferior de los tallos.

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.

Algunas especies de *Fusarium* que generalmente se asocian al cultivos de la papa son : *F. oxysporum*, *F. roseum*, *F. sulphureum*, *F. coeruleum*, *F. javanicum* y *F. eumartii* ( Smith *et al* ( 1992).

Guigon, (1994) Menciona que los hongos fitopatogenos del suelo *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *F. solani* y *F. sulphureum* se encuentran ampliamente distribuidos en la región productora de papa en el sur de Coahuila y Nuevo León, y que las enfermedades que causan estos hongos dependen fuertemente de su velocidad de incremento

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del Área Experimental

La presente investigación se llevó a cabo en el período de Junio a Septiembre del año 2006, en el invernadero No. 5 del área de investigación y en el laboratorio de Fitopatología del departamento de Parasitología, instalaciones que se encuentran ubicadas en la Universidad Autónoma Agraria “ Antonio Narro” , ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, situada en las coordenadas geográficas 25° 02´ 00” latitud norte y 101° 01´ 00” latitud oeste con una altitud de de 1743 msnm (Cruz, 2002).

En el presente trabajo se realizaron las siguientes actividades:

La determinación del desarrollo y producción de plantas de papa, comprendió desde la obtención de material biológico, su manejo, la obtención de insectos, así como de los hongos *F. oxysporum* y *Verticillium dahliae* su obtención e inoculación y además se menciona el diseño experimental y el análisis estadístico a utilizar.

#### 1.Obtención de material biológico

Se utilizaron tubérculos sanos Variedad Caesar, proporcionados por el Dr. Alberto Flores Olivas, del departamento de Parasitología, UAAAN.

En nuestro experimento los tubérculos de papa se colocaron en bolsas de plástico de 5 Kg, conteniendo el sustrato estéril promix y se colocaron las bolsas bajo un micro túnel en donde se acondicionaron (Figura 1)

#### 1.1 Preparación de camas.

La siembra se realizó el día 30 de junio utilizando tubérculos sanos que previamente se colocaron en la cámara bioclimática para acelerar la brotación, una vez que los tubérculos contaban con brotes se realizó la siembra en bolsas de polietileno llenados con sustrato estéril

promix, se utilizaron 50 bolsas en total, en las cuales se depositó un tubérculo por cada una, correspondiendo 10 bolsas por cada tratamiento. (Figura 1)



Figura 1. Cama acondicionada en forma de micro túnel para el crecimiento de las plantas de papa. UAAAN 2007.

### 1.1.1 Obtención de insectos vectores de fitoplasmas (*Bactericera cockerelli*)

La colecta de adultos de *B. cockerelli* se realizó con redes entomológicas en plantaciones comerciales de papa de la zona productora de Coahuila y Nuevo León, introduciéndose los individuos colectados en bolsas de plástico para su posterior traslado al departamento de Parasitología, donde los psílidos fueron anesteciados con CO<sub>2</sub>. Se tomaron los insectos más activos, identificados por mostrar movimiento unos segundos después de la aplicación de CO<sub>2</sub> y colocados al aire libre y por quedar adheridos a la hoja al ponerla en posición vertical con respecto a la mesa de trabajo, en seguida antes de que éstos pudieran recobrase completamente y comenzaran a volar, se introdujo la hoja de papel con los insectos dentro de la jaula, la cual dentro de esta misma contaba con plantas de papa para obtener material necesario para el trabajo de investigación las cuales estaban ubicadas dentro del invernadero No 5

### 1.1.2 Incremento de la colonia del insecto (*Bactericera cockerelli*)

Dentro de las jaulas se encontraban plantas de papa con el fin de proporcionar alimento y lograr el incremento del insecto para la utilización en los tratamientos. ( Figura 2 )

### 1.1.3 Infestación con el insecto (*Bactericera cockerelli*) en los tratamientos utilizar.

Se realizó la infestación con ayuda de redes entomológicas el día 26 de julio del año 2006 en los tratamientos T1 infestados con el insecto *B. cockerelli* y el tratamiento T2 infestados con el insecto e inoculados con *Verticillum dahliae*.



Figura 2. Jaulas en donde se encontraba el insecto *B. cockerelli* alimentadas con plantas de papa.

### 1.2 Obtención de hongos *F.oxysporum* y *V. dahliae* .

Los hongos fueron proporcionados por M.C. Roberto Carlos Moctezuma Gutiérrez durante su trabajo de investigación. Para el cultivo de hongos patógenos *in Vitro*, se uso el medio Papa Dextrosa Agar (PDA) se extrajeron explantes de crecimiento vigoroso de micelio de 0.5 cm de diámetro con una aguja de disección y se transfirieron al centro de las cajas Petri con aproximadamente 20 ml de medio (PDA) por caja previamente esterilizados en autoclave a 120 °C durante 20 minutos, todo esto fue realizado en la cámara de flujo laminar con todas las condiciones de limpieza para evitar contaminación en los medios y posteriormente se incubaron a  $25 \pm 2$  °C durante 7 días.

### 1.2.1 Incremento de los hongos *F. oxysporum* y *V. dahliae*

Una vez obtenido los hongos *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* presentaron crecimiento miceliano en la superficie de los medios de cultivo suficiente para llevar a cabo el incremento del hongo se realizó el incremento de los hongos, toda esta operación se realizó bajo condiciones estériles en una cámara de flujo laminar ubicada en el laboratorio de fitopatología y con el saca bocados de 1cm de diámetro, se incubaron nuevamente a temperatura de 25 C, para dar mayor seguridad a la pureza de los aislamientos, se realizó una nueva purificación utilizando la misma técnica, finalmente las muestras se incrementaron en cajas Petri con PDA y se incubaron.

### 1.2.2 Preparación de inóculo

Una vez obtenidos los hongos, se procedió a observar el desarrollo del micelio de las cuales se obtuvieron explantes para colocarlos en tubos de ensayo esterilizados con 10 ml de agua destilada, la cual se ajustó con una densidad de inóculo de  $5 \times 10^6$  conidias/ml. Se realizó el conteo con la cámara Neubauer, también conocida como hemocitómetro, consta de un cubre objetos de cuarzo y un porta objeto de un grosor mayor a los de uso común. En la parte superior del portaobjetos se encuentran cuatro canales longitudinales y uno transversal central. En la parte superior e inferior del canal transversal están grabadas dos rejillas de 9mm<sup>2</sup> de superficie, las cuales están a su vez subdivididas en una cuadrícula más pequeña, usando el objetivo de 10x de un microscopio óptico, se enfoca de forma que en el campo se cubra un cuadrado central es de 1 mm<sup>2</sup> y se encuentra subdividida en 25 cuadros. Cada uno de estos cuadrados mide 0.2 mm de lado, por lo que el área de cada uno será de 0,04 mm<sup>2</sup>.

El conteo con la cámara se lleva a cabo de la siguiente forma:

- Limpiar con papel de arroz la cámara de Neubauer.
- Colocar el cubre objetos sobre los canales
- Agitar manualmente el frasco con la solución de hongos a evaluar, hasta observar coloración homogénea.
- Con ayuda de una pipeta serologica de 1ml o con una pipeta automática de 100µL, tome 0,1 ml de la suspensión de hongos y coloque la punta de la pipeta en el

- borde del cubre objeto; deje que la solución ingrese a la cámara por capilaridad, sin que pase a los canales laterales.

### 1.2.3 Inoculación de los hongos *Verticillium dahliae* y *Fusarium oxysporum*

Para la inoculación de las plantas mediante esta técnica de inyección al tallo utilizaron 30 plantas y 10 empleadas como testigos, estas tenían 32 días que aproximadamente después de la siembra y una altura de 10-16 cm, para dicha técnica de inoculación de los patógenos de acuerdo con Koike *et al.* (1994), se realizó en los tallos de las plantas a aproximadamente la concentración de conidias que se utilizó fue aproximadamente 1 cm por arriba del suelo, que en este caso fue sustrato denominado promix. Se empleó una jeringa hipodérmica estéril y el inóculo se distribuyó inoculando 10 macetas con *V. dahliae*, para la mezcla de los hongos se usó una concentración de  $2.5 \times 10^6$  conidias por ml por patógeno para ajustarse a la concentración requerida de  $5 \times 10^6$  conidias / ml, utilizándose también 10 plantas y las plantas restantes utilizados como testigos sólo se inyectaron con agua destilada. (Figura 3)



Figura 3. Inoculación del hongo *Verticillium dahliae*, utilizando jeringa hipodérmica estéril

## 2.Tratamientos establecidos

Se utilizaron 5 tratamientos con 10 repeticiones cada uno, en un diseño estadístico de bloques completamente al azar. Observar el (cuadro 1) de tratamientos establecidos.

Cuadro 1. Tratamientos establecidos para determinar el efecto de *B. cockerelli* y hongos *Fusarium* y *Verticillium* sobre el crecimiento y producción de papa. UAAAN 2007

Tratamientos Patógenos	Técnica de inoculación	Densidad de inóculo	Numero plantas
T1) <i>Bactericera cockerelli</i>	Infestación de 10 insectos por planta	Sin inóculo	10
T2) <i>B. cockerelli</i> + <i>V.dahliae</i>	Inyección al tallo + infestación de 10 insecto por planta	$2.5 \times 10^6$ conidias /ml.	10
T3) <i>V. dahliae</i>	Inyección al tallo	$2.5 \times 10^6$ conidias / ml.	10
T4) <i>F.oxysporum</i> + <i>V.dahliae</i>	Inyección al tallo	$5 \times 10^6$ conidias/ml.	10
T5) Testigo	Inyección al tallo	Sin inóculo	10

## 3.Variables y parámetros a medir

Toma de datos y análisis

Las evaluaciones se realizaron a intervalos de 10 días iniciando el 25 de julio y concluyo 28 de septiembre del 2006.

- ❖ Toma de lecturas de la temperatura y la humedad relativa en promedio por mes.
- ❖ Variables (altura de plantas, diámetro de tallos y numero de hojas )
- ❖ Parámetros a medir ( pesos secos y rendimiento)



### **3.1 Evaluación de crecimiento de las plantas .**

Las evaluaciones se realizaron a intervalos de 10 días el cual se inició el día 25 de julio de 2006, mismo día de inoculación e infestación con el insecto, considerando tres variables a evaluar: altura de plantas, diámetro de tallos, número de hojas, parámetros, pesos secos y rendimiento.

#### **3.1.1 Altura de plantas**

Para las mediciones de las plantas se utilizaron 2 reglas de 30 cm., la cual se hizo desde la base donde se encontraba el sustrato hacia el ápice de la planta.

#### **3.1.2 Diámetro de tallos**

Para realizar la medición de diámetros de tallo se utilizó un vernier de 10 cm, tomando la lectura a 1 cm. arriba del sustrato, la colocación en forma ecuatorial, tomando 2 lecturas para obtener un promedio.

#### **3.1.3 Número de hojas**

Para la evaluación del número de hojas se consideraron solo verdaderas, contando manualmente.

### **4. Determinación de biomasa**

La evaluación para la determinación de la biomasa se realizó el día 16 de agosto, utilizando dos plantas por cada tratamiento a intervalos de 25 días, llevándose en dos evaluaciones, el follaje de las plantas fue seccionado en trozos y pesado, utilizando una balanza analítica, la cual se introdujo en bolsas de papel de estraza por tratamiento, posteriormente se secaron en una estufa a temperatura de 50 °C por 8 días. Se tomó el peso seco del follaje, del mismo modo fue utilizado para las raíces de la planta y contando el número de tubérculos por tratamiento.

## 5. Rendimiento y número de tubérculos

La cosecha se realizó el día 28 de septiembre tomando cuatro macetas para cada tratamiento en el cual se contaron los tubérculos y peso para la obtención del rendimiento; posteriormente estos fueron cotados de manera longitudinal para observar el típico manchado que ocasiona la enfermedad punta morada de la papa (ver Figura 4)



Figura 4 .Cosecha de tubérculos

### Análisis estadístico:

Una vez obtenidos los datos de las evaluaciones, se analizaron a través de un diseño de bloques completamente al azar, se hicieron las pruebas de ANVA y la prueba de rango múltiple DMS (  $p \leq 0.05$  ) correspondientes para definir las diferencias entre los tratamientos los cuales se incluyen en el apéndice, se utilizó el paquete estadístico de la UANL.

### 1. Temperatura y humedad relativa.

Durante el crecimiento y desarrollo de las plantas de papa se realizaron lecturas para ver el comportamiento de la temperatura y la humedad relativa promedio por mes.

Dentro del invernadero se tomaba de lectura de temperatura y humedad relativa utilizando un termógrafo; la cual se obtuvo promedio por cada mes estas fueron : 24.43 °C para el mes de julio, 22.84 °C para agosto y 22.25 °C para septiembre con una humedad relativa 55.2 para el mes de agosto y 55.89 en de septiembre ( Ver Figura 5).

(Agrios ,1988) y el ataque de *Fusarium* y *Verticillium* provocan síntomas de punta morada, daños que son más severos en lugares donde se cultiva papa a temperaturas relativamente altas o durante estaciones secas y calurosas (Guigon, 1994; Hernández, 2000; Santiago, 2004 y Moctezuma, 2005) ( Figura 5).

Beukema *et al.* , (2000), menciona que especies de *Fusarium*, causan marchitamiento vascular tienen un desarrollo óptimo de 30 °C provocando síntomas de punta morada, lo cual coincide con lo que reporta Guigon (1994), quien encontró un 40% de marchitamiento vascular provocando un síntoma de punta morada y señala que la presencia de especies de *Fusarium* en la región papera de Coahuila-Nuevo León se vieron involucrados en ataques en lugares donde las temperaturas fueron altas, en lotes donde presentó mayor HRP durante el ciclo del cultivo. ( Figura 5).

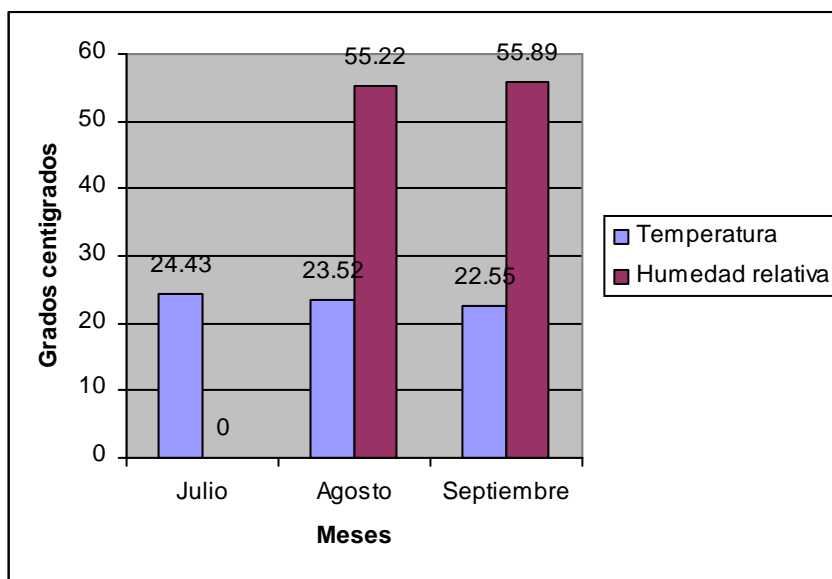


Figura 5 .Comportamiento de temperaturas y humedad relativa en los meses de Julio, Agosto y Septiembre. UAAAN 2007.

## Resultados y Discusión

### 2. Crecimiento de la planta.

#### 2.1 Altura de plantas.

Durante el desarrollo se analizaron 50 plantas, 10 para cada tratamiento. Para el tratamiento T1 infestadas con el insecto *B. cockerelli*; a los 25 días después de la siembra presentaron una altura de 16.99 cm. Durante las evaluaciones posteriores fueron incrementando su altura a los 65 días después de siembra, presentaron una altura de 79 cm este fue el tratamiento que presentó alturas mas elevadas en todas las fechas, a excepción de la última, en donde fue superado por forma mínima el tratamiento T5 ( testigo) lo cual indica que el tratamiento T1 infestadas con el insecto *B. cockerelli* presentó alturas mayores, probable a que el tratamiento estuvo en condiciones cercanas a la pared húmeda , la temperatura y la humedad relativa influyó para que presentara alturas en la cual eran favorables para su desarrollo (Ver Figura 6)

En este sentido, al presentarse alteraciones de las condiciones ambientales optimas requeridas por la planta, los procesos fisiológicos funcionan en forma inadecuada, lo cual ocasiona normalmente fallas generales en los mismos de defensa (Levitt, 1980; Schoeneweiss,1983) (Ver Figura 6)

En el caso del tratamiento T2 infestados e inoculados con el insecto *B. cockerelli* y *Verticillium daliae* , en la primera etapa de evaluación, a los 25 días después de la siembra, presentó una altura 15.24 cm , esta fue incrementándose considerablemente, presentó su máxima altura de 59.76cm a los 56 días , una reducción de 53.75cm a los 65 días después de siembra. Probablemente la disminución de alturas se deba al daño que realiza el insecto cuando se alimenta de la plantas, dañando el floema lo que ocasiona la alteración de ésta, lo

cual indica que en la combinación con el hongo lesiones al tallo afectan el sistema vascular, provocando los comunes marchitamientos; por ser parásitos vasculares interfieren en el movimiento de agua y nutrientes, el daño vascular puede extenderse por toda la longitud de los tallos y/o los tubérculos, mientras que los marchitamientos causan la muerte prematura de la planta. (Ver Figura 6)

Agrios (1998), reportó que la asociación de hongos fitopatógenos con otros organismos principalmente nemátodos, forman un complejo etiológico que da origen a un potencial patogénico combinando mucho mayor que la suma del daño que puede producir los patógenos por separado.

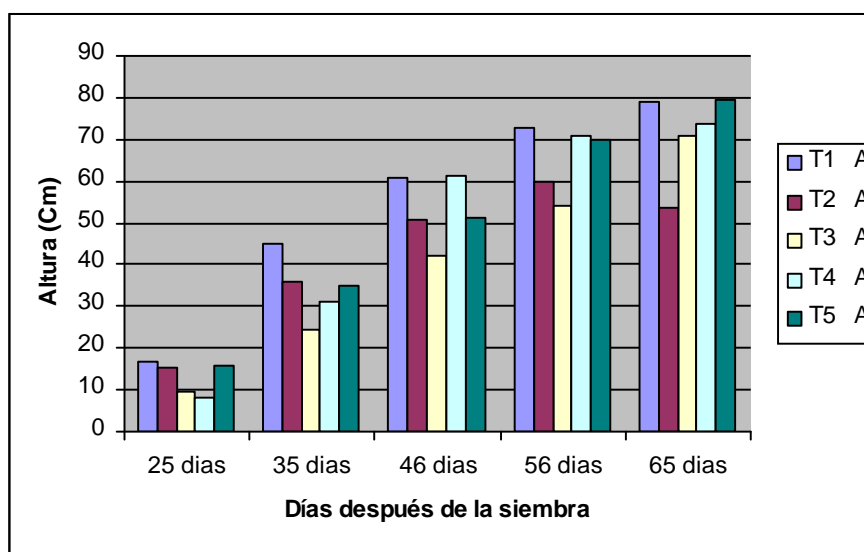
En cuanto a las condiciones de temperatura que el hongo requiera, este prospera óptimamente a temperaturas de 25 – 28 °C, puede crecer en un rango de temperatura que van desde 5-32 °C fuera de ese rango el hongo inhibe su crecimiento (Agrios, 1988; De la Garza, 1996)

Para el tratamiento T3 inoculadas con *Verticillium dahliae*, el comportamiento de altura de plantas en la primera evaluación a los 25 días después de la siembra fue 9.34 cm, llegando a su máxima altura de 70.65 cm a los 65 días, debido a que el hongo *Verticillium dahliae*, por si solo alcanza a expresar su máxima altura, el cual afectando al xilema en poco tiempo e invade los tejidos conductores y avanza hacia arriba a través de estos, provocando el taponamiento e impidiendo el paso del agua y nutrientes reflejándose en la planta una marchitez (Ayers, 1952; Mendoza y Pinto, 1983). (Ver Figura 6)

El tratamiento T4 inoculados con los hongos *Fusarium oxysporium* y *Verticillium dahliae*, a los 25 días después de la siembra presentando una altura 8.29 cm que fue incrementando hasta alcanzar alturas superiores a los 65 días con altura de 73.75, probablemente los dos hongos juntos aumenta la severidad lo que ocasiona un desequilibrio en la planta, expresan altura superiores, a los 65 días después de la siembra. En las marchites producida por *Fusarium* aparece amarillamiento de las hojas, a veces el efecto de la infección

se presenta en las plantas lentamente, y éstas van cayendo gradualmente. Para el caso de, *Verticillium dahliae* las plantas enfermas y las hojas empiezan a marchitarse a partir de la base de los tallos, y esta va en progreso, la cual expresa la interacción del patógeno, hospedero y ambiente a través del tiempo. (Ver Figura 6)

En el testigo T5 a los 25 días contaba con una altura 15.62 cm, en el transcurso de las evaluaciones posteriores aumentaron considerablemente, esto se deba que el testigo presentó las condiciones favorables para su altura al máxima 79.5 cm, que se mantuvo libre de patógenos, como se muestra en la Figura 6 y los cuadros 2 y 2.1, se encuentran en el apéndice.



C.V.= 51.51%

DMS=32.2655

Figura 6. Altura de plantas de papa tratadas con *B. cockerelli*, *Verticillium* y *Fusarium* tomadas en 5 diferentes fechas de evaluación. T1 es el insecto, T2 es el insecto y *Verticillium*, T3 es *Verticillium*, T4 es *Fusarium* y *Verticillium*, T5 es el testigo sin aplicación. UAAAN 2007.

## 2.2 Diámetro de tallos.

El tratamiento T1 infestado con el insecto *B. cockerelli*, a los 25 días después de la siembra, el diámetro de sus tallos es de 0.95 cm; aumenta a los 46 días, llegando a medir 1.08 cm; a los 65 días, el diámetro de tallo aumenta 1.13 cm. Tal vez por los daños que el

insecto hace en los foliolos de las hojas superiores, estas se enrollan y toman un color morado de donde toma su nombre la enfermedad de punta morada. (Figura 7)

Las enfermedades provocadas por fitoplasmas son dispersadas principalmente por insectos chupadores de savia, vectores pertenecientes a las familias Cicadellidae, Fulgoridae y Psyllidae; éstos insectos se alimentan de los tejidos del floema, donde adquieren el fitoplasma y lo transmiten de planta a planta, las cuales sirven de reservorios del patógeno durante el invierno, o lo transmiten a plantas perennes que servirán de fuente de inóculo para la siguiente primavera (Tanne *et al.*, 2001). (Figura 7)

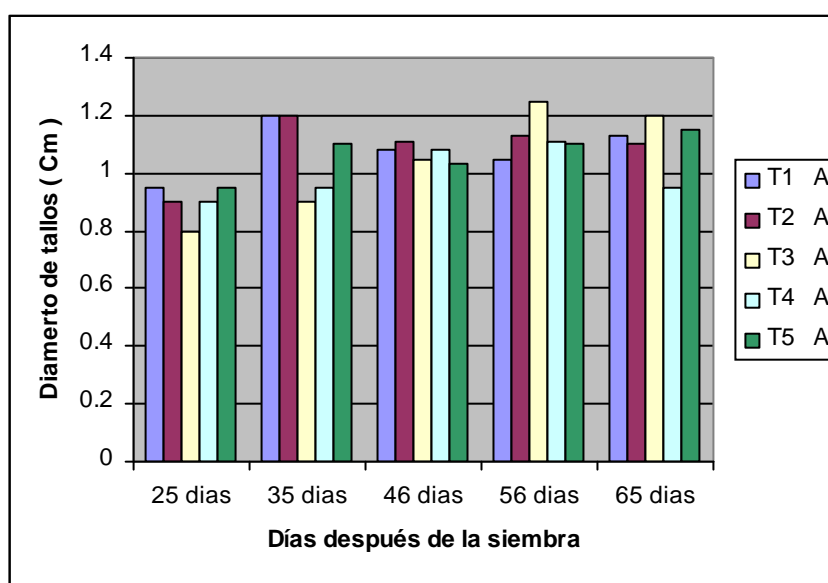
El tratamiento T2 infestado e inoculado con el insecto *B. cockerelli* y *Verticillium* Durante las evaluaciones en: 25, 35 y 46 días los tratamientos presentaron diferencias mínimas una con respecto a la otra; a los 56 días se obtuvo el mayor (diámetro de tallos), pero en los 65 este se ve afectado con tan solo 1.1cm, probablemente son síntomas característicos de punta morada de la papa. En el caso del hongo se pueden apreciar coloraciones castaño-necrótico en el anillo vascular, en los tallos al realizar cortes tanto transversales como longitudinales se podrá observar al tejido vascular necrosado (Presley, 1950; Pratt y Sanderson. 1987) (Figura 7)

Para el tratamiento T3 inoculado con el hongo *Verticillium dahliae* a los 25 días después de la siembra, el diámetro del tallo es de 0.8 cm y a los 56 días aumentando el diámetro de tallo 1.25 cm. Disminución a los 65 días con un diámetro 1.2 cm. En el caso de *Verticillium dahliae* influyen factores como la temperatura, humedad de suelo, cantidad de inóculo, que incidieron sobre el patógeno e impidieron que este se manifestara con mayor fuerza. (Figura 7)

El tratamiento T4 inoculados con los hongos *Fusarium oxysporium* y *Verticillium dahliae* a los 25 días después de la siembra presentó un diámetro de tallo de 0.9cm que posteriormente aumentó a los 56 días y tuvo una disminución a los 65 días manifestó un diámetro 0.95cm, los síntomas que presentaron las plantas, fueron foliolos morados, entrenudos cortos, achaparamiento, tubérculos aéreos, fueron aquellas inoculadas con los dos hongos esto demuestra que la asociación de hongos fitopatógenos forma un complejo etiológico que da

origen a un potencial patogénico combinado mucho mayor que la suma del daño que puede producir los patógenos por separado, (Agrios, 1988). (Figura 7)

En el testigo T5 a los 25 días contaba con un diámetro de 0.95cm, en el transcurso de las evaluaciones posteriores aumentaron considerablemente esto se debe que el testigo presentó las condiciones favorables para el diámetro de tallos de 1.15 cm. que se mantuvo libre de patógenos, véase la figura 7, cuadro 3 y 3.1 en el apéndice.



C.V.= 11.75%

DMS=0.1645

Figura 7. Diámetro de tallos de plantas de papa tratadas con *B. cockerelli* y *Verticillium* tomadas en las diferentes fechas de evaluación. T1 es el insecto, T2 es el insecto y *Verticillium*, T3 es el *Verticillium*, T4 es *Fusarium* y *Verticillium*, T5 es el testigo sin aplicación. U AAAN 2007

### 2.3 Numero de hojas

Para el caso del conteo, los tratamiento que presentaron mayor número de hojas son: El tratamiento T1 infestado con el insecto *B. cockerelli* a los 25 días presentando 10, a los 35 días 13 y mostrando mayor número a los 46 días con 20, que posteriormente se redujo a 13 hojas en los 65 días, debido al daño que el insecto hace cuando se alimenta de la planta presentando hojas acartonadas y dobladas hacia el haz en forma de taco, abultamientos de las yemas



axilares de los tallos, tubérculos aéreos, aborto prematuro de flores, característico de la enfermedad de punta morada de la papa, por el cual hay reducción de hojas (Figura 8.)

El tratamiento T2 infestado e inoculados con el insecto *B. cockerelli* y *Verticillium dahliae*, en el transcurso de 56 días se observaron 13 hojas. Y se redujo el número de hojas a los 65 días presentando únicamente 10, la interacción de los dos patógenos tienen una influencia en la enfermedad y en condiciones naturales pueden estar interactuando para causar la enfermedad de punta morada de la papa (Figura 8.).

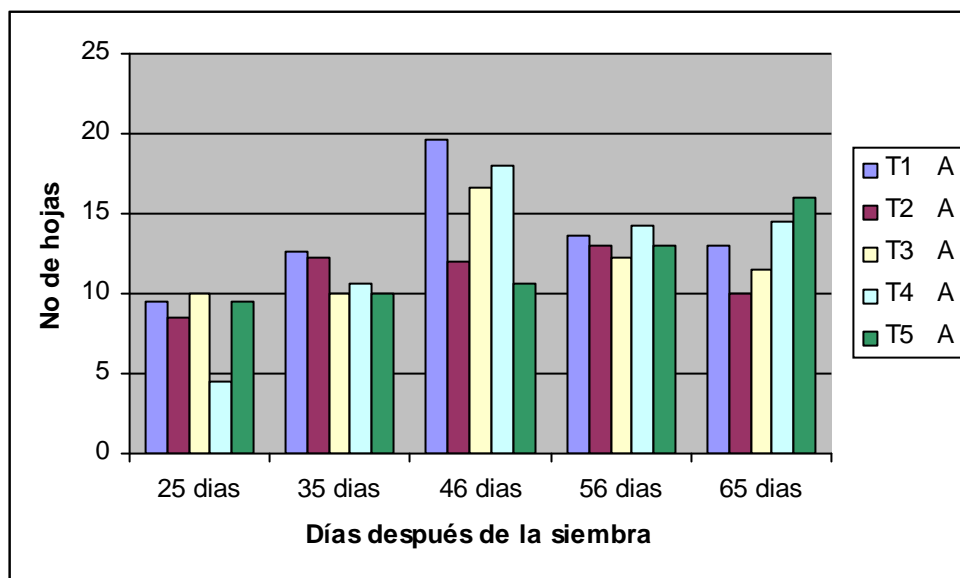
Jonson, Radcliffe y Teng (1986), observaron que los síntomas de marchitez causados por *V. dahliae*, tizón temprano causado por *Alternaria solani* y el daño causado por la chicharrita *Empoasca fabae* en el cultivo de la papa, dichos daños fueron muy severos en las variedades Russet, Burbank, Norland y Red Pontiac a tal grado que el rendimiento se vio muy reducido.

Para el tratamiento T3 inoculado con el hongo *Verticillium dahliae* a los 46 días presentó el mayor número de hojas con 17, para después por el daño de la enfermedad disminuyera el número a 12 hojas, a los 65 días, probablemente influyeron factores como temperatura, humedad de suelo, cantidad de inóculo, que incidieron sobre el patógeno e impidieron que este se manifestara con mayor fuerza. (Figura 8.)

De acuerdo con Alonso (1996), menciona que las hojas de las plantas afectadas por el patógeno empiezan a marchitarse de abajo hacia arriba, al principio las hojas adquieren una clorosis y luego se van oscureciendo tallos de la planta, en la parte interna del tallo o tejido dañado se observan decoloraciones necrosadas en el área del xilema.

En comparación al tratamiento T4 inoculados con los hongos *Fusarium oxysporium* y *Verticillium dahliae*, al inicio contaba con cinco número de hojas, seguido de once y dieciocho en la tercera, en la evaluación a los 65 días se presentó una disminución de quince hojas, lo cual indica que los patógenos tienen influencia en la enfermedad y que en condiciones naturales pueden estar interactuando para causar la enfermedad y expresión del síntoma y juntos provocan que el desequilibrio fisiológico de la planta sea mayor. (Figura 8.)

El testigo durante los días evaluados presentando mayor número de hojas hasta alcanzar 16 hojas, a los 65 días después de la cosecha, ya que este tratamiento estaba libre de patógeno observar ( Figura 8, cuadro 4 y 4.1 del apéndice).



C.V.= 26.80 %

DMS= 4.3836

Figura 8. Número de hojas de plantas de papa tratadas con *B. cockerelli* y *Verticillium* tomadas en las diferentes fechas de evaluación. T1 es el insecto, T2 es el insecto y *Verticillium*, T3 es *Verticillium*, T4 es *Fusarium* y *Verticillium*, T5 es el testigo sin aplicación. UAAAN 2007.

### 3. Biomasa a los 54 días después de la siembra .

#### 3.1 Biomasa Aérea

El tratamiento que obtuvo mayor biomasa T2 infestado con el insecto *B. cockerelli* e inoculados con el hongo *Verticillium dahliae* con 33.53 gramos posteriormente seguido por el tratamiento T1 infestado con el insecto *B. cockerelli* con 26.2 gramos los de mas tratamientos obtuvieron biomasa baja el tratamiento T3 inoculado con hongo *Verticillium dahliae* con 22.37 gramos, siguiéndole el tratamiento T5 con 19.45 gramos y el más bajo de todos los

tratamientos fue el T4 inoculados con los hongos *Fusarium oxysporum* y *Verticillum dahliae* con 17.46 gramos. (Figura 9)

Al encontrarse interactuando los dos organismos diferentes, cada patógeno probablemente por el daño cuando afectan la parte aérea, en el cual se distribuye irregularmente avanza hacia los bordes causando marchitez, para no presentar una biomasa alta.

La expresión de síntomas de esta enfermedad aumentó a partir del periodo de floración aproximadamente a los 55 dde, esto probablemente se deba a que en esa etapa fonológica de la planta tiene un mayor gasto de energía, así como mayor necesidad de nutrientes, esto concuerda con lo reportado por Salas (2006) quien menciona que los síntomas de punta morada aparecen a los 65 días después de plantación (ddp) cuando se manifiestan con insectos vectores a los 26 ddp. En la etapa de floración es con frecuencia más susceptible a enfermedades debido a cambios hormonales que ocurre dentro de la planta, ya que los nutrientes del sistema aéreo son enviados al sitio de mayor demanda (formación de tubérculos) provocando una estabilización de las biomembranas celulares (Marschner, 1995), ocasionando con esto que hongos fitopatógenos invadan al sistema de transportes simplasto o apoplasto de las células del floema y xilema (Ruiz *et al.*, 2001; Taiz and Zeiger, Moctezuma, 2005).

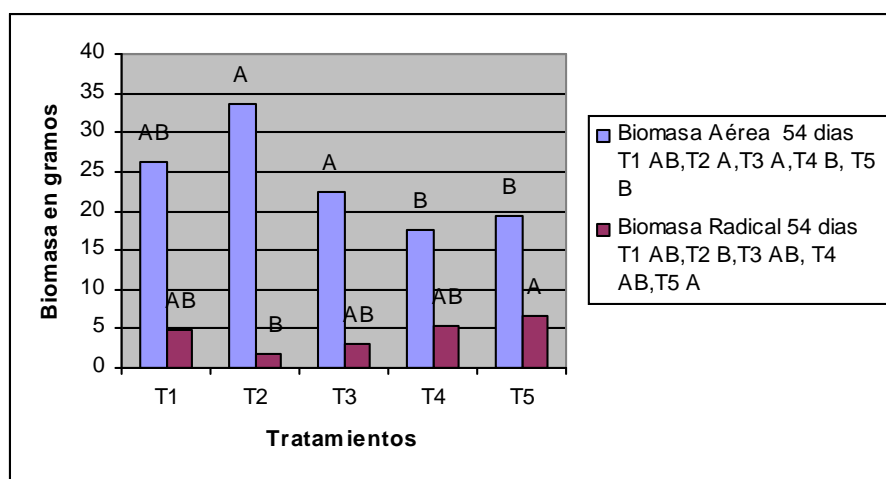
### 3.2 Biomasa Radical

El tratamiento que obtuvo mayor biomasa de raíz fue el tratamiento T5 testigo con 6.75 gramos, seguido del tratamiento T4 inoculados con los hongos *Fusarium oxysporium* y *Verticillum dahliae* con 5.32 gramos, el siguiente tratamiento T1 infestado con el insecto *B. cockerelli* 4.73 gramos, que posteriormente este tratamiento T3 inoculado con el hongo *Verticillum dahliae* y el, más bajo ocupó el T2 infestado con el insecto *B. cockerelli* e inoculados con el hongo *Verticillum dahliae* con 1.88 gramos. (Figura 9)

Para el T2 infestado con el insecto *B. cockerelli* e inoculados con el hongo *Verticillum dahliae* probablemente cada patógeno interactúa de diferente forma alterando la fisiología de la planta en el caso del insecto al alimentarse de las hojas y tallos jóvenes esos mismos órganos senescentes el periodo de incubación de los insectos puede acortarse o aumentar

dependiendo la temperatura, debido a que la población de insectos aumenta y a la alimentación, se reduce probablemente debido a que en este tratamiento hay una reducción de raíz en cuanto al hongo esta afectando al sistema vascular. (Ver figura 9)

Schreiber y green (1963), al mencionar de algunos hongos entre ellos *Verticillium* normalmente germinan cuando las raíces de sus hospederos secretan algún tipo de sustancias que estimulan la germinación y posteriormente penetrar el tejido hasta llegar al sistema vascular y causar el daño. (Cuadro 5.1 y 5.2 del apéndice).



C.V.= 15.15% DMS=9.2688( Aérea) C.V.= 40.76 % DMS=4.5349(Radical)

Figura 9. Biomasa de Aérea y Radical tomadas a los 54 días después de la siembra expresada en gramos. T1 es el insecto, *B. cockerelli* T2 es el insecto y *Verticillium*, T3 es el *Verticillium*, T4 es *Fusarium* y *Verticillium*, T5 es el testigo sin aplicación. UAAAN 2007.

#### 4. Biomasa a los 71 días después de la siembra.

##### 4.1 Biomasa Aérea

La mayor biomasa a los 71 días fue el tratamiento T1 infestado con el insecto *B. cockerelli* fue de 66.64 gramos, seguido del tratamiento T4 con 38.83 gramos inoculados con los hongos *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae*, posteriormente el tratamiento T2 infestado con el insecto *B. cockerelli* y *Verticillium* 37.22 gramos el tratamiento T3 inoculado con *Verticillium* con 36.29 gramos y finalmente el testigo con 33.54 gramos, la interacción de

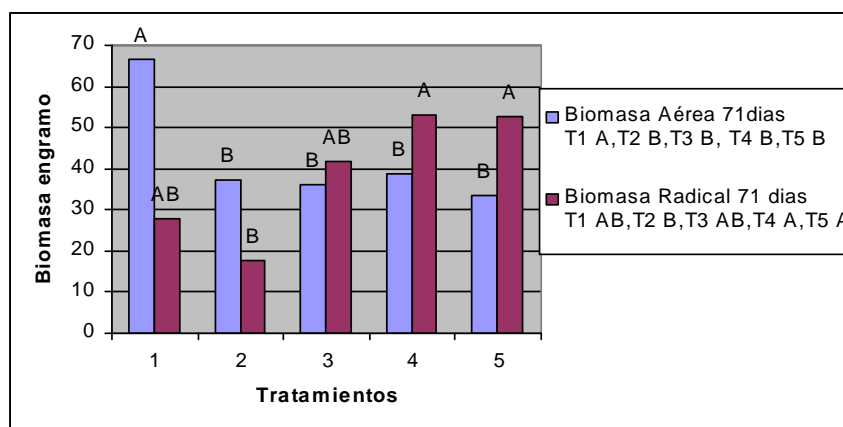
estos hongos fitopatógenos en el cual *Fusarium oxysporum* se ha caracterizado por causar daño en el sistema vascular ocasionando daños, coloración amarilla, dentro de los daños el que cobra mayor importancia es el de marchitamiento vascular que generalmente *Fusarium oxysporum* es el que lo ocasiona en mayor grado (ver figura 10)

( Agrios, 1988)

En cuanto al hongo *Verticillium dahliae* el micelio llega al xilema en poco tiempo e invade los tejidos conductores y avanza hacia arriba a través de estos, provocando el taponamiento e impidiendo el paso del agua y nutrientes reflejándose en la planta en una marchitez. ( Ayers, 1952; Mendoza ,1996) véase el cuadro 6 incluido en el apéndice.

## 5.2 Biomasa Radical

Para la biomasa de raíz a los 71 días el que obtuvo mayor número de biomasa T4 con los hongos inoculados *Fusarium oxysporium* y *Verticillun dahliae* con 53.06 seguido por el T5 el testigo con 52.64 gramos posteriormente T3 inoculado con el hongo *Verticillum dahliae* con 41.61 gramos, el tratamiento que presenta menos biomasa, el T1 con 27.76 gramos infestados con el insecto *B. cockerelli* ,finalmente el tratamiento T2 con 17.57 gramos, atacan al cultivo a través del sistema radicular e invadiendo al vascular provocando los comunes marchitamientos; por ser parásitos vasculares interfieren en el movimiento de agua y nutrientes . El daño vascular puede extenderse por toda la longitud de los tallos y los tubérculos, mientras que los marchitamientos causan la muerte prematura de la planta, las enfermedades causadas por este hongo ( Ayers, 1952; Hooker, 1980)



C.V.= 11.62 % DMS=12.6953 (Aérea) C.V.= 32.98 % DMS=32.6703 (Radical)  
 Figura 10. Biomasa Aérea y Radical tomadas a los 71 días después de la siembra expresada en gramos. T1 *B. cockerelli*, T2 es el insecto *B. cockerelli* y

*Verticillium* ,T3 es el *Verticillium* ,T4 es *Fusarium* y *Verticillium*, T5 es el testigo sin aplicación . UAAAN 2007.

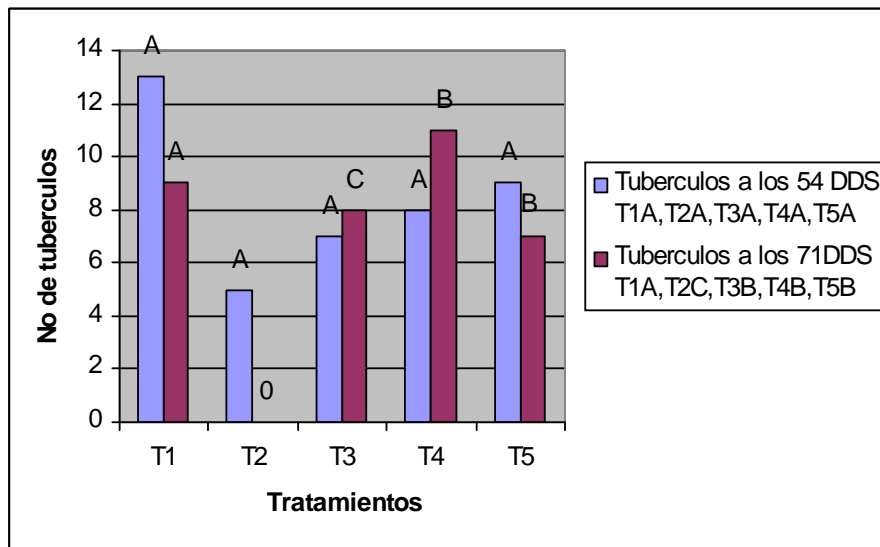
## **5. Producción de tubérculos ( por maceta, peso en gramos de tubérculos)**

**5.1 Número de tubérculos.** El número de tubérculos a los 54 días el tratamiento que presenta mayor número de tubérculos es T1 infestado con el insecto *B. cockerelli* , con 13 tubérculos, el tratamiento que presentó menos tubérculos fue T2 infestado e inoculado con el insecto *B. cockerelli* con *Verticillum dahliae*, con 5 tubérculos la interacción de los dos patógenos se observa que interactúan diferente el insecto al alimentarse de la savia la planta , provocan que la energía de la planta se mantenga en el follaje lo que la planta trata de reaccionar pero este se ve afectado en los brotes apicales son morados con el resto del follaje amarillamiento en cuanto al hongo *Verticillum dahliae* cuando la infección ocurre desde el inicio del desarrollo, necrosis vascular , acortamientos de entrenudos , reducción de rendimiento. ( ver figura 11)

El número de tubérculos a los 71 días después de la siembra, los tratamientos que presentaron menor cantidad de tubérculos, fueron T1 infestado con el insecto *B. cockerelli* con 7 tubérculos, el que no presentó tubérculos fue el T2 infestado e inoculado con el insecto *B. cockerelli* con *Verticillum dahliae* 0 tubérculos.

En este tratamiento a los 54 días después de la siembra , el T2 infestado e inoculado con el insecto *B. cockerelli* con *Verticillum dahliae* presentaba cinco tubérculos que posteriormente observa reducido a los 65 días después de la cosecha probablemente a medida que éstos patógenos afectan de diferentes formas en caso de insecto la afectación de floema y en hongo en sistema vascular de la planta al parecer ; debido ala interacción de los dos patógenos hay aborto de los tubérculos como consecuencia no hay presencia de tubérculos a los 65 días después de la siembra. (Cuadro 7 del apéndice).

En el caso de tubérculos de papa afectados por el patógeno se pueden apreciar coloraciones castaño-necrotica en el anillo vascular ( ver apéndice figura 13) en los tallos al realizar cortes tanto transversales como longitudinales se podrá observar al tejido vascular necrosado ( Presley, 1950;Platt y Sanderson, 1987).



C.V.= 57.77 % a los 54 DDS. DMS=12.0316

C.V.= 30.95% a los 71 DDS. DMS=7.7982

Figura 11. Número de tubérculos obtenidos a los 54 y 71 días después de la siembra. T1 es el insecto *B. cockerelli*, T2 es el insecto *B. cockerelli* y *Verticillium*, T3 es el *Verticillium*, T4 es *Fusarium* y *Verticillium*, T5 es el testigo sin aplicación. UAAAN 2007.

## 5.2 Peso de tubérculos cosechados por planta

En cuanto al rendimiento se determinó a los 90 días, en donde se concluyó el desarrollo de las plantas de papa; el mejor tratamiento fue el testigo con 1077.15 gramos, posteriormente seguido por el tratamiento T2 infestado e inoculado con el insecto *B. cockerelli* y *Verticillium dahliae*, que fue el menor rendimiento obteniendo 136.26 gramos, en el cual los tubérculos que se obtuvieron no alcanzaron a desarrollar lo suficiente, en el cual afecta en combinación con el insecto *B. cockerelli* e inoculado con el hongo *Verticillium dahliae*, afectando severamente en los rendimientos de las plantas de papa. Como se observa en la figura 12 y cuadro 8 ubicado en el apéndice.

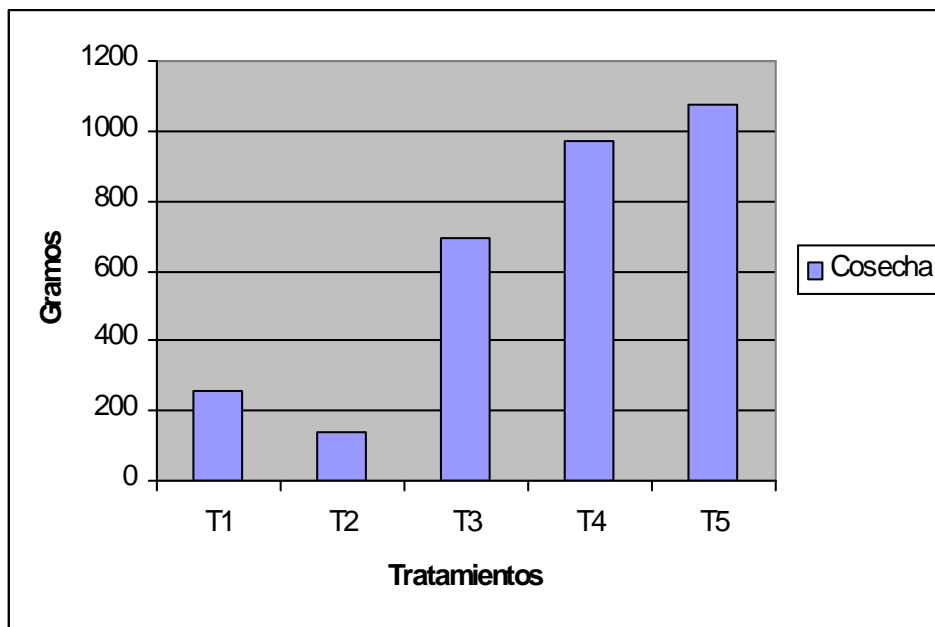







Figura 12. Rendimiento promedio de las plantas de papa por cada tratamiento T1 es el insecto *B. cockerelli*, T2 es el insecto *B. cockerelli* y *Verticillium*, T3 es el *Verticillium*, T4 es *Fusarium* y *Verticillium*, T5 es el testigo sin aplicación. AAAN 2007.



Figura 13. Efecto en la calidad de los tubérculos con los patógenos

	<p>En la imagen se puede observar el manchado en cual el tratamiento fue infestado con el insecto <i>Bactericera cockelli</i> se aprecia un color marrón en todo el tubérculo en comparación con los de mas tratamientos.</p>
<p>Tratamiento T1</p>	<p>La interacción de los dos patógenos en el que el tratamiento compuesto por T2 insecto <i>B.cockerelli</i> y <i>Verticillium dahliae</i> se observa coloraciones marrón en el corazón del tubérculo</p>
	<p>La interacción de los dos patógenos en el que el tratamiento compuesto por T2 insecto <i>B.cockerelli</i> y <i>Verticillium dahliae</i> se observa coloraciones marrón en el corazón del tubérculo</p>
<p>Tratamiento T2</p>	<p>El tratamiento T2 compuesto por <i>Verticillium dahliae</i> en el cual se observa manchas marrones en el anillo vascular partiendo de los bordes de la corteza.</p>
	<p>El tratamiento T2 compuesto por <i>Verticillium dahliae</i> en el cual se observa manchas marrones en el anillo vascular partiendo de los bordes de la corteza.</p>
<p>Tratamiento T3</p>	<p>En el tratamiento T4 compuesto por <i>Fusarium</i> y <i>Verticillium</i> los daños que se observa tubérculos con los tejidos del anillo vascular de color marrón o negro, normalmente hundidas.</p>
	<p>En el tratamiento T4 compuesto por <i>Fusarium</i> y <i>Verticillium</i> los daños que se observa tubérculos con los tejidos del anillo vascular de color marrón o negro, normalmente hundidas.</p>
<p>Tratamiento T4</p>	<p>El tratamiento T5 el en cual se observa completamente sano el tejido vascular, la coloración normal de un tubérculo completamente sano, en comparación con los de mas tratamientos lo cual dificulta para su comercialización.</p>
	<p>El tratamiento T5 el en cual se observa completamente sano el tejido vascular, la coloración normal de un tubérculo completamente sano, en comparación con los de mas tratamientos lo cual dificulta para su comercialización.</p>
<p>Tratamiento T5</p>	

## Manchado de tubérculos

El manchado de tubérculos se presentó en los diferentes tratamientos con diferentes tonalidades de color de tubérculos las plantas de papa infestadas en el T1 infestada *B. cockerelli*, T2 inoculadas e infestadas con *B. cockerelli* y *Verticillium dahliae*, T3 inoculadas con *Verticillium*, T4 inoculadas *F. oxysporium* + *Verticillium dahliae*.

Este factor los tubérculos infectados pierden valor en el mercado por la necrosis interna y baja la calidad industrial, imposibilitando la comercialización para consumo en fresco y también su uso como semilla. Son los de mayor importancia a nivel nacional, existe una relación directa de la presencia de paratífo (*Bactericera cockerelli*) conocida comúnmente como psilido de la papa insecto vector con los síntomas de la punta morada de la papa. Una vez inoculado el fitoplasma, se requiere de un tiempo estimado de 30 días para que se presenten síntomas en la planta y en este periodo el patógeno se encuentra latente en las plantas deteniendo así su crecimiento, haciéndose la planta más susceptible al ataque de cualquier enfermedad especialmente de los hongos como *F. oxysporium* y *Verticillium dahliae*.

## CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de las plantas de papa estas se ven afectadas por los organismos *B.cockerelli*, *Verticillium dahliae* y *Fusarium oxysporum* en el cual se reduce la altura de las plantas, número de hojas, diámetro de tallos en comparación con plantas sanas.

Los tubérculos de la cosecha se observaron con el manchado característico de la enfermedad denominada punta morada, en todos los tratamientos a excepción del testigo.

Durante la etapa desarrollo y en el rendimiento de las plantas de papa son afectados por *Bactericera cockerelli*, *Verticillum dahliae* y *Fusarium oxysporum* es reducido considerablemente las variables como son: altura de plantas, numero de hojas, diámetro de tallo.

El organismo que más afecto fue el insecto *B.cockerelli* en altura de plantas, número de hojas, el organismo que menos daño fue el tratamiento T2 *Bactericera cockerelli* y *Verticillum dahliae* en altura de plantas y numero de hojas.

## LITERATURA CITADA

- Agrios , G.N. 1988. Plant Pathology. Third Edition. Academic Press, I . N.C. London 803p.
- Alexopoulos, C.J. and Mims, C.W 1979. Introductory Mycology. Third Edition . J. Wiley and Sons. New York . 632p.
- Almeyda, L.I.,J. A. Sánchez y J.A. Garzón .2004. Detección molecular de fitoplasmas en papa. Memorias del Simposio Punta Morada de la papa. XXI Semana Internacional del Parasitólogo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro , Buenavista, Saltillo, Coahuila, México p.4-14.
- Alonso, A.F. 1996. El cultivo de la patata .Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 272p.
- Ames, de I. T. 1980. Compendio de Enfermedades de la papa. Centro Internacional de la Papa. The American Phytopathological Society. S. Paúl, Minnesota, EUA. p. 95, 98, 127-128.
- Ayers, G.W. 1952. Studies on *Verticillium* Wilt of Potatoes . American Potato Journal 29: 201 -206.
- Banttari, E.E. , Orr , P.H. and Preston , D.A. 1990. Purple Top as a cause of Potato Chip Discoloration .Translocations in Agriculture 33:221 - 226pp.
- Bayer. 2005. La paratrioza o pulgón saltador del tomate y la papa. Boletín técnico No. 1. Bayer Crop Science. México 13 p.
- Beukema, H.P. and D.E. Van Der Zaag. 1990. Introduction to Potato Production.International Agricultural Center.Wageningen, Nertherlands. 207p.
- Beall, G. and Cannon, F.M 1945. The cause of purple top of potato es as indicated by a study of its distribution within fields. American Potato Journal 22:363 368 pp.
- Botseas, D. D. and Rowe,R.C. 1994. Development of Potato Early Dying in Response to Infection by Two Pathotypes of *Verticillim dahliae* and Coinfection by *Pratylenchus penetrans*. Phytopathology 84: 275-282 pp.
- Burckhardt, D. and P. Lauterer. 1997. A taxonomic reassessment of the trioizid genus B. (Hemiptera: *Psylloidae*). Journal of Natural History. U. K. 31(1): 99 -153 pp.

- Cadena-Hinojosa, M. A., 1993, La punta morada en México: incidencia y búsqueda de resistencia, Revista Agrociencia, Volumen 4, (No. 2) 247 -256.
- Cadena - H.,M.A. y Galindo, A.J. 1985. Reducción de la incidencia de la punta morada de la papa por medio de fechas de siembra, genotipo de la planta y aplicación de insecticidas. Revista mexicana de fitopatología 3:100 -105.
- Calderon, A.V. 1978. Enfermedades de la Papa y su Control. Editorial Hemisferio Sur .Buenos Aires ,Argentina. 143p.
- Castrejón, S.A. 1978. Especies de *Verticillium* Causantes del Marchitamientos del Algodonero en la Comarca Lagunera. Agricultura Técnica en México. 4(2):127 -135.
- Cazás-Méndez , I.G., Cadena- Hinojosa, M.A, Rodríguez, D..M.A., De la jara, A.F. y Zerón B.F 2004. Determinación de prolina y ácido ascórbico en tubérculos sanos y con síntomas de punta morada de siete variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.)
- Cruz,B.A.1997.Efecto de los Virus "X","Y", y "Z" de la papa y su Interacción con *Verticillium dahliae* en el cultivo de la papa variedad Gigant bajo condiciones de invernadero . Tesis de Licenciatura. UAAAN ,Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Cruz-Martinez Juan M. 2001 Ácidos humicos en papa (*Solanum tuberosum*) en la sierra de Arteaga, Coahuila, Tesis UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Cruz, M. E. 2002. Efecto de diversos sustratos en la producción de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. variedad Río grande) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo Coahuila, México.
- De la Garza G., J.L.1996 Fitopatología General , Universidad Autónoma de Nuevo León , Facultad de Agronomía , Marín , Nuevo León .México. 515p.
- Devaux , A.L. and Sackston , W.E. 1966. Taxonomy of *Verticillium* Species Causing Wilt of Horticultural Crops in Quebec . Canadian Journal of Botany 44: 803-811.
- Dickinson , C.H. y Lucas , J.A. 1987. Patología Vegetal y Patógenos de las Plantas. Editorial Limusa . Primera Edición. 312 p.
- Dickinson, C.H. Y Lucas,J.A. 1987. Patología Vegetal y Patogenos de Plantas. Editorial Limusa. Primera Edición . 312 p

- Flores, O., A.; I. Alemán. N. y M. Notarios. Z. 2004. Alternativas para el manejo de la punta morada de la papa. En memorias simposio punta morada de la papa. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. pp. 40 -64.
- García –Quijano, J.R. 1996. Etiología y transmisión del obscurecimiento del tubérculo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) para la industria. Tesis de Maestría en Ciencias . Colegio de Postgraduados . Montecillo, Estado de México - 65 p
- Garzón, T., J. A.; J. A. Garzón. C.; S. Velarde. F.; A. Marín. J. y G. Cárdenas. O. 2005. Ensayos de transmisión del fitoplasmas asociado al “permanente del tomate” por el psílido *B. cockerelli* Sulc. En México. En Entomología mexicana. Vol. 4. Tapachula, Chiapas, México. pp. 672-675.
- Garzón-Tiznado, J. A. 2002. El papel de la *Paratrioza cockerelli* en la transmisión de Fitoplasmas en tomate. Fundación Produce. Página web: <http://www.fps.org.mx/cgi/articles.cgi?Action=View&>. 2
- Garza, E., U. y A. Rivas M. 2003. Manejo integrado de las plagas del chile y jitomate en la zona media de San Luís Potosí. INIFAB -CIRNE. Campo Experimental Ebano. Folleto para productores Num. 5. San Luís Potosí, México. 47 p.
- Guigon, L.C. 1994. Epidemiología de las enfermedades de la papa causadas por hongos Fitopatógenos del suelo en el sur de Coahuila y Nuevo León .Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo, Coahuila, México 103p
- Hawkes , J.G 1990. the Potato : Evolution,Biodiversity and Genetic Resources.Smithsonian institution Press. Washington D.C.
- Hernández-Huerta,H.,2000. Asociación de los hongos *Fusarium oxysporum* Schlecht. Y *Verticillim dahliae* Kleb. Tesis de maestría. UAAAN. Saltillo Coahuila síntomas de la punta morada de la papa en el Sur de Coahuila y Nuevo León.
- Hernández. G. V. 2006. Factores Abióticos y su Relacion con el Síndrome de la Punta Morada de la Papa. Tesis de maestría. UAAAN. Saltillo Coahuila.
- Hooker, W.J. 1980. Compendio de enfermedades de la papa. Publicaciones . Centro Internacional de la papa. Lima , Perú. 166p.
- Huaman, Z., Schmielidiche, P. y Wissar, R. 1988. Los recursos Genéticos de la Papa y su Conservación en el centro Internacional de la papa. Toluca Estado de México. 15 – 26 de agosto

- Jacobsen , B.J Mac Donald, D.H. and Bissonette, H.L 1979. Interaction Between *Meloidogyne hapla* and *Verticillium albo-atrum* in the *Verticillium* Wilt Disease of Potato. *Phytopathology* 69: 288-292 pp.
- Johnson , K.B., Radcliffe, E.B and Teng, P.S 1986. Effects of Interaction Populations of *Alternaria solani*, *Verticillium dahliae* and the Potato Leafhopper ( *Empoasca fabae*) on Potato Yield . *Phytopathology* 76: 1046 - 1052 pp.
- Koike , S.T., Subbarao, K.V., Davis, R.M., Gordon , T.R. and Hubbard, J.C 1994. *Verticillium* wilt of Cauliflower in California . *Plant Disease* 78: 1116 -1121 pp
- Platt, H.W. and Sanderson, J.B. 1987. Comparison of Inoculation Methods for Field Studies on Varietal Response to *Verticillium* Wilt of Potatoes .*American Potato Journal* 64:87 -92 pp.
- Presley , J. T. 1950 . *Verticillium* Wilt of Cotton With Particular Emphasis on Variation of the Causal Organism. *Phytopathology* 40: 497- 511 pp.
- Latorre, G.B. 1999. Enfermedades de las Plantas Cultivadas .Quinta Edición. Editorial Alfa Omega. 646 p.
- Leach, J.G. and Bishop, C.F.1994. Further Studies on the Nature and Cause of Purple -top Wilt of Potatoes. *Phytopathology* 34:1006-1007 (abst.).
- Lee, I.M., Bottner, K.D., Munyaneza, J.E., Secor, G.A., Gudmestad, N.C. 2004. Clover proliferation Group (16Sr VI), Subgroup A (16Sr VI -A) Phytoplasma
- Lee, I. M., Davis, R. E., 2000, Gundersen -Rindal, D. E., *Phytoplasma: Phytopatogenic Moliicutes*, Annual Reviews Microbiology, Volumen 54, 221 -255 pp.
- Levitt, J. 1980.Responses of plants to environmental stresses. *Physiological Ecology*. T.T. Kozlowski. Ed. New York, Academic Press. 607 p.
- Luján , L.C. 1996. La historia de la papa . *Boletín de la papa*, volume n 1, numero 2. 26p
- Macleod, D. J. 194. Aster Yellows (Purple -Top) of Potatoes. *American Potato Journal* 31:119-127 pp.
- Maramorosch, K. 1988. potato Purple Top Wilt. Entomology Departament, Cook College, Rutgers, the State University. New Bronswich . New Jersey, U.S.A.456 p.

- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2<sup>nd</sup> ed.. Academic Press. San Diego, CA.889 p.
- Martinez-Soriano, J.P., Lopez-Flores, C. I., 1999, La punta morada de la papa,. Unidad de Biotecnología e ingeniería de planta CINVESTAV, Irapuato, México.
- Martínez-Soriano, J. P., López-Flores, C. I. 1999b. La punta morada de la papa. IX Congreso Nacional de Productores de Papa. Memorias. León, Guanajuato, México.
- Marín, J. A. 2003. Características morfológicas y aspectos biológicos del psílido del tomate *Bactericera cockerelli* (Sulc) (=Paratrioza cockerelli), Bayer CropScience / Taller de P. cockerelli, Zihuatanejo, México.
- Mendoza, Z.C. y Pinto, C.B. 1983. Principios de Fitopatología y Enfermedades Causadas por Hongos. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México. 310p
- Millar, G., L.; D. R. Millar, and R. W. Carlson. 2000. Psylloidea Web Page. <http://www.sel.barc.usda.gov/psyllid/psyllidframe.html>.
- Moctezuma ,G .R. 2005 Hongos de suelo y su asociación con el síndrome de la punta morada en papa en Coahuila y Nuevo León . Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista , Saltillo,Coahuila, México. 72 p.
- Montaldo,A. 1984. Cultivo y Mejoramiento de la Papa. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. San Jose, Costa Rica. 706p.
- O'Brien, M.J. and A.E. Rich. 1979. Potato Diseases. Agriculture Handbook No. 474. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C.
- 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
- Rahimian , M.K. and Mitchell, J.E. 1984. Relationship of *Verticillium dahliae* and *Erwinia carotovora* pv *carotovora* in the Early Dying Disease of Potato. *Phytopathology* 74: 327 – 332.
- Rangel, C. V. 1995. Control de Malezas para retardar el arribo de mosquita blanca en el cultivo de la papa. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila, México. 50p
- Richards, B., L. 1928. A new and destructive disease of the potato in Utah and its relation to the potato psylla. *Phytopathology*. 18:140-141.



- Roberts, D.A. y Boothroyd, C.W. 1978. Fundamentos de Fitopatología vegetal. Editorial Acriba. Zaragoza, España. 392 p.
- Rocha, R.R. 1985 Guía para cultivar papa en el Bajío, SARH, INIA, CIAB, CAEB, Celaya, Guanajuato, México. 14 p.
- Romero , C.S. 1993. Hongos Fitopatogen os . Universidad Autónoma Chapingo . Dirección de Patronato Universitario, A.C. Chapingo, México . 354 p.
- Rousselle, P.,Robert, Y .,Crosnier, J.C. 1999.La patata. Ediciones Mundi Prensa. México. España. 30p
- Rowe, R.C., Riedel, R.M and Martin , M.J. 1985. Synergistic Interractions Between *Verticillium dahliae* and *Pratylenchus penetrans* in Potato Early Dying Disease . *Phytopathology* 75: 412 -418 pp.
- Ruiz, M..R., et al., 2001 The phloem as a conduit for Inter -organ communication. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 4:202-209 pp.
- Saeed I., A. M., Mac Guidwin , A.E. and Rouse, D.I. 1997 Disease Progress Base d on Effects of *Verticillium dahliae* and *Pratylenchus penetrans* on Gas Exchange in Russet Burbank Potato . *Phytopathology* 87: 440 -445 pp.
- SAGARPA. .pagina web: [http:// www. Siea. Sagarpa.gob.mx/infomer/análisis/Anpapa.html](http://www.Siea.Sagarpa.gob.mx/infomer/análisis/Anpapa.html)
- SAGARPA ,2005. Avances de siembras y cosechas. servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera (siap) , con información de las delegaciones de la sagarpa en los estados . (siacap).  
[www.siap.sagarpa.gob.mx](http://www.siap.sagarpa.gob.mx).
- Salazar, L. F., 1997, Fitoplasmas un factor negativo para la producción de semilla de papa, memorias del consejo directivo 1998, CONDESAN, Manizales, Colombia.
- Sampson, P. J., 1980: Infection of Kennebec potato with *Verticillium albo atrum*. *Aust. J. Agric. Res.*, 31-525-532 pp.
- Salas, M,M.A. 2006. Eficiencia de insectos vectores en la transmisión de fitoplasmas de la punta morada de la papa. Tesis de Maestria en Ciencias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 52p

- Sarasola, A.A y Rocca , M.A 1975 Fitopatología, Curso Moderno. Tomo II Micosis. Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el Desarrollo Internacional Mexico/ Buenos Aires. 374p.
- Schoeneweiss,D. 1983.Drought predisposition to Cytospora canker in blue spruce.Plant Diseases. St. Paul,Minesota, APS Press. 256 p.
- Schreiber, L.R. and Green, R.J. 1963. Effecto of Root Exudates on Germination of Conidia and Microesclerotia of *Verticillium albo-atrum* Inhibited by the Soil Fungistatic Principle. *Phytopathology* 53:260-264.
- Smith , I.M., Dunes , J., Lelliott, R.A., Phillips , D.H. y Archer , S.A. 1992. Manual de Enfermedades de las Plantas . Ediciones Mundi Prensa. Madrid , España. 671 p.
- Taiz,L.and Zeiger,E.2002.Plant Physiology. Third Edition .Sinauer Associates,New York, U.S.A. 690 p
- Tanne, E., Boudon-Padeu, E., Clair, D., Davidovich, M., Melamed, S., and Klein, M. 2001. Detection of phytoplasma by polymerase chain reaction of insect feeding medium and its use in determining vectoring ability. *Phytopathology* 91:741 –746 pp.
- Triplehorn, C., H. and N. F. Johnson 2005. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. Seventh edition. Thomson book s/cole. pp. 268-332.
- Valadez, L.A 1997. Producción de hortalizas. Sexta reimpresión. Editorial Limusa . México, D.F 278p
- Walker, J.C. 1968. Plant pathology. Third Edition. McGraw - Hill, New York. 819p.
- Xioa, C.L. and Subbarao, K.V. 1998. Relationships Between *Verticillium dahliae* inoculum Density and Wilt Incidence, Severety, and Growth of Cauliflower. *Phytopathology* 88:1108-1115

## APÉNDICES

Cuadro 2. Altura de plantas de papa en cada tratamiento en diferentes fechas de evaluación.  
UAAAN 2007

Fechas de evaluación.

TRATAMIENTOS	25 JULIO	4 AGOSTO	15 AGOSTO	25 AGOSTO	4 SEPTIEMBRE
T1 <i>B. cockerelli</i>	16.99	44.8	60.6	72.72	79
T2 <i>B. cockerelli</i> y <i>V.dahliae</i>	15.24	36.12	50.6	59.76	53.75
T3 <i>V.dahliae</i>	9.34	24.64	42.35	54.25	70.65
T4 <i>F.oxysporum</i> y <i>V.dahliae</i>	8.29	30.9	61.3	70.68	73.75
T5 Testigo	15.624	35.1	51	70.08	79.5

Cuadro 2.1 Análisis de varianza de la altura de las planta de papa realizados en un diseño completamente al azar. UAAAN 2007

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	677.339844	169.334961	0.2831	0.885
ERROR	20	11962.425781	598.121277		
TOTAL	24	1263.765625			

C.V. = 51.51 %

COMPARACIÓN DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1 <i>B. cockerelli</i>	54.8220 A
5 T5 Testigo	50.2608 A
4 <i>F.oxysporum</i> y <i>V.dahliae</i>	48.9840 A
2 <i>B. cockerelli</i> y <i>V.dahliae</i>	43.0940 A
3 <i>V.dahliae</i>	40.2460 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 32.2655

Cuadro 3. Diámetro de tallos de plantas de papa evaluados en diferentes fechas de evaluación. UAAAN 2007

Fechas de evaluación.

TRATAMIENTOS	25 JULIO	4 AGOSTO	15 AGOSTO	25 AGOSTO	4 SEPTIEMBRE
T1 <i>B. cockerelli</i>	0.95	1.2	1.25	1.05	1.13
T2	0.9	1.2	1.11	1.13	1.1
T3 <i>V.dahliae</i>	0.8	0.9	1.05	1.25	1.2
T4 <i>F.oxysporum</i> y <i>V.dahliae</i>	0.9	0.95	1.08	1.11	0.95
T5 Testigo	0.95	1.1	1.03	1.08	1.15

Cuadro 3.1 Análisis de varianza de los diámetros de tallos de papa realizados en un diseño completamente al azar. UAAAN 2007

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.040812	0.010203	0.6562	0.632
ERROR	20	0.310966	0.015548		
TOTAL	24	0.351778			

C.V. = 11.75 %

#### COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1 <i>B. cockerelli</i>	1.1160 A
2 <i>B. cockerelli</i> y <i>V.dahliae</i>	1.0880 A
5 Testigo	1.0620 A
3 <i>V.dahliae</i>	1.0400 A
4 <i>F.oxysporum</i> y <i>V.dahliae</i>	0.9980 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 0.1645

Cuadro 4. Numero de hojas de plantas de papa de cada tratamientos evaluados en diferentes fechas .UAAAN 2007

Fec has de evaluación.

TRATAMIENTOS	25 JULIO	4 AGOSTO	15 AGOSTO	25 AGOSTO	4 SEPTIEMBRE
T1 <i>B. cockerelli</i>	10	13	20	14	13
T2 <i>B.cockerelli yV.dahliae</i>	9	12	12	13	10
T3 <i>V.dahliae</i>	10	10	17	12	12
T4 <i>F.oxysporumyV.dahliae</i>	5	11	18	14	15
T5 Testigo	10	10	11	13	16

Cuadro 4.1 Análisis de varianza de número de hojas de la planta de papa realizados en un diseño completamente al azar. UAAAN 2007

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	21.199951	5.299988	0.4801	0.752
ERROR	20	220.800049	11.040003		
TOTAL	24	242.000000			

C.V. = 26.80 %

#### COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1 <i>B.cockerelli</i>	14.0000 A
4 <i>F.oxysporumyV.dahliae</i>	12.6000 A
3 <i>V.dahliae</i>	12.2000 A
5 Testigo	12.0000 A
2 <i>B.cockerelli y V.dahliae</i>	11.2000 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 4.3836

Cuadro 5. Biomasa de follaje seco y raíz seca de plantas de papa realizados a los 54 días con síntomas de punta morada. UAAAN 2007

TRATAMIENTOS	PESO EN GRAMOS FOLLAJE	PESO EN GRAMOS RAÍZ	NUMERO DE TUBÉRCULOS
T1 <i>B. cockerelli</i>	R1=30.45 R2=21.95	R1=2.95 R2=6.52	13
T2 <i>B. cockerelli</i> y <i>V.dahliae</i>	R1=30.80 R2=36.26	R1=2.86 R2=0.91	5
T3 <i>V.dahliae</i>	R1=21.08 R2=23.66	R1=4.15 R2=1.72	7
T4 <i>F.oxysporum</i> y <i>V.dahliae</i>	R1=16.16 R2=18.77	R1=6.55 R2=4.10	8
T5 Testigo	R1=17.55 R2=21.35	R1=7.57 R2=5.94	9

Cuadro 5.1 Análisis de varianza de la biomasa de follaje seco de plantas de papa a los 54 días con síntomas de punta morada. UAAAN 2007

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	323.063965	80.765991	6.2142	0.036
ERROR	5	64.985352	12.997070		
TOTAL	9	388.049316			

C.V. = 15.15 %

#### COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
2 <i>B. cockerelli</i> y <i>V.dahliae</i>	33.5300 A
1 <i>B.cockerelli</i>	26.2000 AB
3 <i>V.dahliae</i>	22.3700 A
5 Testigo	19.4500 B
4 <i>F.oxysporum</i> y <i>V.dahliae</i>	17.4650 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 9.2688

Cuadro 5.2 Análisis de varianza de la biomasa de raíz seco de plantas de papa a los 54 días con síntomas de punta morada. UAAAN 2007

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	29.917358	7.479340	2.4040	0.181
ERROR	5	15.555847	3.111169		
TOTAL	9	45.473206			

C.V. = 40.76 %

COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
5 Testigo	6.7550 A
4 <i>Fusarium</i> y <i>V.dahliae</i>	5.3250 AB
1 <i>B. cockerelli</i>	4.7350 AB
3 <i>V.dahliae</i>	2.9350 AB
2 <i>B.cockerelli</i> y <i>V.dahliae</i>	1.8850 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 4.5349

Cuadro 6. Biomasa de follaje y raíz de plantas de papa realizadas a los 71 días con síntomas de punta morada. UAAAN 2007

TRATAMIENTOS	PESO EN GRAMOS FOLLAJE	PESO EN GRAMOS RAÍZ	NUMERO DE TUBÉRCULOS
T1 <i>B. cockerelli</i>	R1=60.08 R2=73.21	R1=34.26 R2=21.27	9
T2 <i>B. cockerelli</i> y <i>V.dahliae</i>	R1=39.86 R2=34.59	R1=17.40 R2=17.75	0
T3 <i>V.dahliae</i>	R1=39.57 R2=33.01	R1=59.33 R2=23.89	8
T4 <i>F.oxysporum</i> y <i>V.dahliae</i>	R1=39.21 R2=38.46	R1=54.58 R2=51.54	11
T5 Testigo	R1=33.67	R1=45.92	7

	R2=33.41	R2=59.36	
--	----------	----------	--

Cuadro 6.1 .Análisis de varianza de biomasa de follaje seco de plantas a los 71 días con síntomas de punta morada. UAAAN 2007

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1486.171875	371.542969	15.2379	0.007
ERROR	5	121.914063	24.382813		
TOTAL	9	1608.085938			

C.V. = 11.62 %

COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1 T1 <i>B. cockerelli</i>	66.6450 A
4 <i>F.oxysporum</i> y <i>V.dahliae</i>	38.8350 B
2 <i>B. cockerelli</i> y <i>V.dahliae</i>	37.2250 B
3 <i>V.dahliae</i>	36.2900 B
5 Testigo	33.5400 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 12.6953

Cuadro 6.2 .Análisis de varianza de la biomasa de raíz seco de plantas de pap a a los 71 días con síntomas de punta morada

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1949.393555	487.348389	3.0181	0.129
ERROR	5	807.367188	161.473434		
TOTAL	9	2756.760742			

C.V. = 32.98 %

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
4 <i>F.oxysporum</i> y <i>V.dahliae</i>	53.0600 A
5 Testigo	52.6400 A
3 <i>V.dahliae</i>	41.6100 AB
1 T1 <i>B. cockerelli</i>	27.7650 AB
2 <i>B. cockerelli</i> y <i>V.dahliae</i>	17.5750 B



NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 32.6703

Cuadro 7. Numero de tubérculos de plantas de papa evaluados en diferentes días a los 54 y 71 días con síntomas de punta morada. UAAAN 2007

TRATAMIENTOS	NUMERO DE TUBÉRCULOS 54 DÍAS DDS.	NUMERO DE TUBÉRCULOS 71DIAS DDS.
T1 <i>B. cockerelli</i>	13	9
T2 <i>B. cockerelli</i> y <i>V.dahliae</i>	5	0
T3 <i>V.dahliae</i>	7	8
T4 <i>F.oxysporum</i> y <i>V.dahliae</i>	8	11
T5 Testigo	9	7

Cuadro 7.1 Análisis de varianza de los tubérculos de planta de papa a los 54 días con síntomas de punta morada. UAAAN 2007

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	71.400024	17.850006	0.8151	0.567
ERROR	5	109.500000	21.900000		
TOTAL	9	180.900024			

C.V. = 57.77 %

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1 <i>B. cockerelli</i>	12.5000 A
5 Testigo	9.0000 A
4 <i>F.oxysporum</i> y <i>V.dahliae</i>	8.0000 A
3 <i>V.dahliae</i>	6.5000 A
2 <i>B. cockerelli</i> y <i>V.dahliae</i>	4.5000 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 12.0316

Cuadro 7.2 Análisis de varianza de los tubérculos de plantas de papa a los 71 días con síntomas de punta morada

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	373.599976	93.399994	10.1522	0.014
ERROR	5	46.000000	9.200000		
TOTAL	9	419.599976			

C.V. = 30.95 %

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1 <i>B. cockerelli</i>	19.0000 A
4 <i>F.oxysporum</i> y <i>V.dahliae</i>	11.0000 B
5 Testigo	11.0000 B
3 <i>V.dahliae</i>	8.0000 B
2 <i>B. cockerelli</i> y <i>V.dahliae</i>	0.0000 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 7.7982

Cuadro 8 .Rendimiento y la presencia de manchado de tubérculos por cada tratamiento establecido. UAAAN 2007

COSECHA Y RENDIMIENTO		
Tratamiento	Peso en gramos de tubérculo	Manchado de tubérculos
T1 <i>B. cockerelli</i>	255.56	Mancha diferente
T2 <i>B. cockerelli</i> y <i>V.dahliae</i>	136.26	Manchado
T3 <i>V.dahliae</i>	694.85	Manchado
T4 <i>F.oxysporum</i> y <i>V.dahliae</i>	969.82	Manchado
T5 Testigo	1077.15	No





