

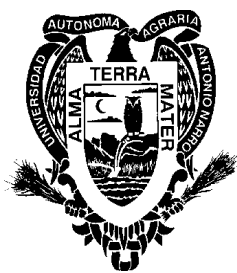
**HONGOS DE SUELO Y SU ASOCIACIÓN CON EL SÍNDROME DE  
PUNTA MORADA EN PAPA EN COAHUILA Y NUEVO LEÓN**

ROBERTO CARLOS MOCTEZUMA GUTIÉRREZ

**TESIS**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL:  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA



Universidad Autónoma Agraria  
"Antonio Narro"

PROGRAMA DE GRADUADOS  
Buenavista, Saltillo; Coahuila.  
DICIEMBRE, 2005

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO**

**HONGOS DE SUELO Y SU ASOCIACIÓN CON EL SÍNDROME DE  
PUNTA MORADA DE LA PAPA EN COAHUILA Y NUEVO LEÓN**

**TESIS**

**POR:**

**ROBERTO CARLOS MOCTEZUMA GUTIÉRREZ**

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y  
aprobada como requisito parcial, para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA**

**COMITÉ PARTICULAR**

Asesor principal: \_\_\_\_\_  
M.C Abiel Sánchez Arizpe

Asesor: \_\_\_\_\_  
Dr. Alberto Flores Olivas

Asesor: \_\_\_\_\_  
M.C.Ma. Elizabeth Galindo Cepeda

Asesor: \_\_\_\_\_  
M.C. Enrique G. Charles Cárdenas

\_\_\_\_\_  
Dr. Jerónimo Landeros Flores  
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo , Coahuila, Diciembre de 2005

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología ( **CONACYT** ) , por el apoyo económico brindado durante mi estancia de estudios de Postgrado.

A mi “ **Alma, Terra, Mater**” ( **UAAAN**) por cobijarme de nuevo en sus instalaciones y permitirme culminar otra etapa de mi vida , trasmitiéndome esa inmensa gama de conocimientos.

Al **Dr. Abiel Sánchez Arizpe**, por trasmitirme tantos conocimientos y verdaderos principios, así como la amistad verdadera que me demostró a lo largo de mis estudios mostrándose siempre disponible como un verdadero amigo.

Al **Dr. Alberto Flores Olivas**, por su sincera amistad y el apoyo brindado a lo largo de mi estancia así como las valiosas recomendaciones para la culminación de este trabajo.

A la **M.C. Elizabeth Galindo Cepeda**, por su gran disponibilidad para la revisión de esta investigación y la amistad mostrada a lo largo de mis estudios.

Al **M.C Enrique G. Charles Cárdenas**, por su valiosa amistad y las atinadas recomendaciones para la culminación de este trabajo.

A la empresa Makike S.A de C. V. Por las facilidades para realizar el trabajo en campo y en especial al Ing. Leopoldo Arce y Gerardo Rodríguez

## DEDICATORIA

A mi padre **Sr. Celestino Moctezuma Báez**, fuente inagotable de conocimientos y experiencias. Una vez más le dedico mi trabajo ,como muestra de mi profundo amor que le tengo y por ser más que un padre un amigo estando siempre presente en todas las etapas de mi vida y haberme apoyado cuando mas lo necesite sin pedir nada a cambio. Mil gracias padre por darme tanto amor y apoyo en mis estudios de postgrado.

A **Judith Moctezuma Embil y Alma Rosa Gutiérrez Domínguez** por brindarme apoyo y sabios consejos a los largo de mi vida.

A mis hermanos, **Judith, Raúl, Mary, Alma, Jose y Fernando** por su apoyo incondicional.

A **Guillermina Fierro**, por estar a mi lado mostrándome comprensión y amor así como compartir esos bellos momentos de tu vida a mí lado impulsándome a sobreponerme a todas las adversidades.

A mis amigos, **Ángel, Antonio, Raúl y Carlos** por brindarme apoyo cuando lo requerí mostrándome verdadero afecto.

A mis compañeros y amigos de estudios, **Vidal ,Miguel, Don Miguel, Feliz David, Ramón y Darío** por pasar bellos momentos compartidos dentro y fuera de las aulas.

A todo el personal administrativo y técnico del Departamento de Parasitología Agrícola.

**COMPENDIO**

**HONGOS DE SUELO Y SU ASOCIACIÓN CON EL SÍNDROME DE LA  
PUNTA MORADA DE LA PAPA EN COAHUILA Y NUEVO LEON**

**POR**

**ROBERTO CARLOS MOCTEZUMA GUTIÉRREZ**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS  
PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
Buenavista , Saltillo, Coahuila. Diciembre 2005**

**M.C. Abiel Sánchez Arizpe – Asesor**

**Palabras claves: *Fusarium oxysporum*, *Verticillium dahliae***

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo conocer la incidencia y severidad así como determinar la asociación de los hongos *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* mediante pruebas de patogenicidad en el síndrome de la punta morada de la papa en la región sur de Coahuila y Nuevo León. Para esto se realizaron muestreos de incidencia y severidad del síndrome de la punta morada en la región antes mencionada .

Los muestreos fueron realizados en un patrón de W donde se les determinó a 810 plantas la incidencia y severidad de cada lote. En total se muestrearon 4 predios distribuidos en la región papera. La incidencia de la enfermedad punta morada en la región de estudio obtuvo un nivel alto mientras que la severidad de la enfermedad dependió del avance de la incidencia, por lo cual fue significativamente progresiva. La asociación de los hongos de interés fue relativamente alta para todos los lotes de observación asociados al síndrome de la enfermedad.

Para el último muestreo se seleccionaron y colectaron plantas con síntomas bien definidos de la punta morada de la papa las cuales fueron depositadas en bolsas de plástico y transportadas para su procesamiento en el laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología Agrícola de la UAAAN.

Una vez realizados los aislamientos, purificación e identificación se incrementaron los patógenos y se procedió a realizar las pruebas de patogenicidad, empleando para ello la técnica de inoculación inyección al tallo. La inoculación de los hongos *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* se llevó a cabo en forma separada y en combinación a la vez con el uso de la técnica, las plantas utilizadas fueron desarrolladas en condiciones de *in vitro*, las cuales fueron adaptadas 15 días en la cámara bioclimática posteriormente alrededor de 10 días sembradas en bolsas de polietileno fueron inoculadas con los hongos de interés. Los síntomas de la enfermedad comenzaron a manifestarse a los 35 días después de la inoculación



Posteriormente se realizaron los reisolamientos de los hongos encontrados en las plantas que presentaron síntomas del síndrome de punta morada de la papa y las características morfológicas que se encontraron en los hongos de estudio coincidieron con los hongos observados en los aislamientos obtenidos de cada hongos correspondiente.

## **SYNOPSIS**

### **SOIL FUNGUS AND ITS ASSOCIATION WITH PURPLE TOP SYNDROME ON POTATO IN COAHUILA AND NUEVO LEON**

**BY**

**ROBERTO CARLOS MOCTEZUMA GUTIERREZ**

**MASTER IN SCIENCES  
AGRICULTURAL PARASITOLOGY**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
Buenavista, Saltillo, Coahuila. December 2005**

**M.C. Abiel Sánchez Arizpe – Counsellor**

**Key Words: *Fusarium oxysporum*, *Verticillium dahliae***

This research had the objective of knowing the incidence and severity as well as how to determine the association of *Fusarium oxysporum* and *Verticillium dahliae* fungus through the potato's purple top syndrome pathogeny tests in the southern region of Coahuila and Nuevo Leon. For this reason, incidence and severity samplings of the purple top syndrome were carried out in the previously mentioned region.

Samplings were carried out in a W pattern where incidence and severity was determined for 810 plants in each plot. In short, 4 pieces of land distributed along the potato region were sampled. The purple top sickness incidence in the studied region obtained a high level while sickness severity depended on incidence's advance, so it was significantly progressive. Fungus association was relatively high in all the observed plots associated to the sickness syndrome.

For the last sampling, plants with well-defined symptoms of the potato's purple top were placed in plastic bags and taken for its processing to the Phytopathology laboratory of the Agricultural Parasitology Department of the UAAAN.

Once isolation, purification and identification was carried out, the pathogens were increased using stem inoculation technique by injection. The inoculation of *Fusarium oxysporum* and *Verticillium dahliae* fungus was carried out in a separate form and at the same time in combination with the use of the technique, the used plants were developed in *in vitro* conditions, and they were adapted for 15 days in a bioclimatic chamber, afterwards, for about 10 days, they were sown in polyethylene bags and inoculated with the fungus. The sickness symptoms began to appear 35 days after inoculation.

Afterwards, reisolations were carried out for the fungus which was found in the plants that had symptoms of purple top potato syndrome and the morphological characteristics found in the studied fungus coincided with the fungus observed in the isolations.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS .....	XIII
INDICE DE FIGURAS.....	XIV
I INTRODUCCIÓN.....	1
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Origen del cultivo de la papa.....	5
Utilización.....	6
Estudios regionales .....	7
Cuantificación de enfermedades.....	8
Hongos fitopatogenos del suelo asociados a lapapa.....	9
<i>Fusarium oxysporum</i> .....	10
Síntomas.....	11
Biología del hongo.....	11
<i>Verticillium dahliae</i> .....	13
Síntomas.....	14
Biología del hongo.....	15
Punta morada.....	16
Síntomas.....	17

<b>III MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
<b>Determinación de incidencia y severidad.....</b>	<b>19</b>
<b>Toma de muestra de los hongos <i>F. Oxysporum</i> y <i>V. Dahliae</i>.....</b>	<b>21</b>
<b>Identificación de hongos fitopatógenos.....</b>	<b>22</b>
<b>Pruebas de patogenicidad.....</b>	<b>23</b>
<b>Inyección al tallo.....</b>	<b>24</b>
<b>Reaislamiento de los patógenos.....</b>	<b>25</b>
<b>IV RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
<b>Determinación de incidencia y severidad.....</b>	<b>27</b>
<b>Aislamiento de patógenos.....</b>	<b>39</b>
<b>Pruebas de patogenicidad.....</b>	<b>40</b>
<b>Reaislamientos.....</b>	<b>43</b>
<b>V DISCUSIÓN.....</b>	<b>45</b>
<b>VI CONCLUSIONES.....</b>	<b>52</b>
<b>VII LITERATURA CITADA.....</b>	<b>56</b>
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>60</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Paginas
3.1	Escala de severidad utilizada para punta morada.....20
3.2	Técnica de inoculación, densidad de inóculo, número de planta inoculada y patógenos utilizados en dicha técnica.2005.....25
4.1	Porcentajes de los hongos <i>Fusarium oxysporum</i> y <i>Verticillium dahliae</i> en los síntomas de punta morada en la última fecha de muestreo en el lote el Poleo, Municipio de Arteaga , Coahuila 2005.....28
4.2	Porcentajes de los hongos <i>Fusarium oxysporum</i> y <i>Verticillium dahliae</i> en los síntomas de punta morada en la última fecha de muestreo en el lote Huachichil 1, Municipio de Arteaga , Coahuila 2005.....31
4.3	Porcentajes de los hongos <i>Fusarium oxysporum</i> y <i>Verticillium dahliae</i> en los síntomas de punta morada en la última fecha de muestreo en el lote Huachichil 2, Municipio de Arteaga , Coahuila 2005.....34
4.4	Porcentajes de los hongos <i>Fusarium oxysporum</i> y <i>Verticillium dahliae</i> en los síntomas de punta morada en la última fecha de muestreo en el lote el Prado, Municipio de Galeana, Nuevo León 2005.....37

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Pagina</b>
<b>3.1 Muestreo en W para determinación de incidencia y severidad.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 Adaptación de plantas <i>in vitro</i> e invernadero.....</b>	<b>23</b>
<b>3.3 Inoculación de plantas <i>in vitro</i> con la técnica de inyección Tallo.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1 Comportamiento de incidencia de punta morada en 6 fechas de muestreo en el lote el Poleo, Municipio de Arteaga , Coahuila 2005.....</b>	<b>28</b>
<b>4.2 Comportamiento de la severidad de punta morada en el lote de el Poleo , Municipio de Arteaga, Coahuila.2005.....</b>	<b>29</b>
<b>4.3 Relación entre incidencia y la severidad de punta morada en el lote el Poleo, Municipio de Arteaga, Coahuila.2005.....</b>	<b>29</b>
<b>4.4 Comportamiento de incidencia de punta morada en 6 fechas de muestreo en el lote Huachichil 1, Municipio de Arteaga, Coahuila.2005.....</b>	<b>31</b>
<b>4.5 Comportamiento de la severidad de punta morada en el lote de Huachichil 1, Municipio de Arteaga, Coahuila.2005.....</b>	<b>32</b>
<b>4.6 Relación entre incidencia y la severidad de punta morada en el lote de Huachichil 1, Municipio de Arteaga, Coahuila.2005.....</b>	<b>32</b>
<b>4.7 Comportamiento de incidencia de punta morada en el lote de Huachichil 2, Municipio de Arteaga, Coahuila.2005.....</b>	<b>34</b>
<b>4.8 Comportamiento de la severidad de punta morada en el lote de Huachichil 2, Municipio de Arteaga , Coahuila.2005.....</b>	<b>35</b>



4.9	Relación entre incidencia y severidad de punta morada en el lote de Huachichil 2, Municipio de Arteaga , Coahuila.2005.....	35
4.10	Comportamiento de incidencia de punta morada en el lote de el Prado, Municipio de Galeana, Nuevo León.2005.....	37
4.11	Comportamiento de severidad de punta morada en el lote el Prado, Municipio de Galeana, Nuevo León.2005.....	38
4.12	Relación entre incidencia y severidad de punta morada en el Lote de Galeana, Nuevo León.2005.....	38
4.13	Brotos axilares asociados al síntoma de punta morada de la papa en plantas presentadas con la inoculación de los hongos <i>Fusarium oxysporum</i> y <i>Verticillium dahliae</i> en pruebas de patogenicidad .....	40
4.14	Síntomas de punta morada de la papa manifestados por el hongo <i>Fusarium oxysporum</i> con la técnica de inyección al tallo.....	41
4.15	Marchitamiento asociado al síntoma punta morada de la papa en plantas inoculadas con el hongo <i>Verticillium dahliae</i> .....	42
4.16	Testigo utilizado para realizar las pruebas de patogenicidad.....	42
4.17	Incidencia de la enfermedad punta morada de la papa utilizando la técnica de inoculación inyección al tallo con los hongos <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Verticillium dahliae</i> , y la combinación de los dos hongos.....	43
4.18	Crecimiento en medio de cultivo PDA del hongo <i>Fusarium oxysporum</i> .....	44
4.19	Crecimiento en medio de cultivo PDA del hongo <i>Verticillium dahliae</i> .....	44

## INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum L.*) es una hortaliza muy importante, no solamente por la superficie que anualmente se destina a su cultivo, sino por la cantidad de carbohidratos que aporta a la alimentación del pueblo Mexicano. Es la hortaliza que proporciona fuente muy significativas de energía como alimento de uso tradicional. Ofrece mayor producción de calorías por hectárea y es el segundo lugar en cuanto a la producción por unidad de superficie de proteína diaria, después de la soya.( SARH, 1994)

A nivel mundial el cultivo de la papa ( *Solanum tuberosum L*) es de gran importancia por su uso como alimento a la población, ya que contiene una alta concentración de hidratos de carbono , proteínas, fibras, fósforo y otros minerales indispensables en la dieta de los seres humanos. A pesar de ello, el consumo a nivel nacional es considerado como bajo, comparado con otros países. Por su parte, el promedio de consumo nacional per-cápita en México durante el periodo 1992-2001 fué de 16.5 kilogramos por persona.

( Alonso, 1996; Kondo , 1997)

Actualmente en México se siembran alrededor de 67 mil hectáreas de las que se obtiene una producción aproximada de 1 millón 350 mil toneladas, mismas que permiten satisfacer las demandas del consumo interno.

región está formada por los valles que cuentan con riego o poseen un temporal estable, y donde se realiza una agricultura altamente tecnificada la cual abarca alrededor de 17 mil hectáreas del total sembrado con papa en el país.

A partir de 1930 el comportamiento de la superficie sembrada de papa ha presentado constantes movimientos; primero con una tendencia positiva, así por ejemplo en 1930 la superficie cultivada fue de 12 mil 700 hectáreas con un rendimiento de 3.5 toneladas por hectárea, para 1980 ascendió a 71 mil 400 hectáreas con una producción de 900 mil toneladas, sosteniendo dicho crecimiento para el periodo 1989-1991 con un promedio de 76 mil hectáreas y disminuyendo durante el periodo 1992-2001 al registrarse 65 mil hectáreas en promedio anual.

Durante el periodo analizado (1992-2001), la producción nacional de papa se incrementó en 35 por ciento al pasar de 1 millón 216 mil toneladas producidas en 1992 a 1 millón 635 mil toneladas en el 2001, a pesar de la disminución de la superficie cosechada. Los rendimientos se han incrementado debido a la utilización de semilla certificada y al uso de mejor tecnología.

En estos últimos diez años, los principales Estados productores han sido: Sinaloa, Coahuila, estado de México, Nuevo León, Chihuahua, Sonora y  
xix Guanajuato, quienes en conjunto  
aportaron el 60 por ciento del total de la

producción nacional durante el periodo analizado.

Sin embargo dada la importancia que tiene la producción de papa en los estados del norte de México , específicamente en Coahuila y Nuevo León esta se ha visto limitada por una amplia gama de plagas. Dentro de estas enfermedades podemos citar la llamada “ punta morada “, que en los últimos años ha sido un factor limitante de la producción de esta solanácea.

En la actualidad se reporta que esta enfermedad es ocasionada por un microorganismo conocido como fitoplasma y que es transmitido por un insecto que recibe el nombre de pulgón saltador o paratrioza (*Bactericera cockerelli*) , el cual es un insecto chupador cercano a los pulgones. Los adultos son muy pequeños y varia de color ámbar al café oscuro o negro, con alas transparentes en tejido.

Sin embargo se ha demostrado que en los síntomas de la punta morada se encuentran involucrados otros agentes bióticos y abióticos que interactúan con la planta para la expresión de los síntomas. De los principales agentes que interviene podemos citar, temperaturas, fitoplasmas, nutrición, y hongos fitopatógenos de suelo. Dentro de los hongos de suelo podremos citar a *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* , que se encuentran en el suelo causando daños vasculares a sus hospederos.

En base a los aspecto antes mencionados y la importancia de la  
xx enfermedad conocida como PMP en los  
estados de Coahuila y Nuevo León en

los últimos años , se implemento el presente trabajo de investigación bajos los siguientes :

## OBJETIVOS

Determinar la incidencia y severidad de la PMP en el sur de Coahuila y Nuevo León

Asociar los síntomas de la enfermedad con los hongos *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae*

Realizar las pruebas de patogenicidad para verificar la intervención de los hongos en el síntoma de la PMP.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### ORIGEN DE LA PAPA.

Antiguamente se creía que la papa había surgido de una única planta silvestre, la especie *S. tuberosum*. Sin embargo, en 1929 los botánicos rusos Juzepczuk y Bukasow demostraron que aquel origen era más complejo y que se encontraba diferentes plantas silvestres entre los antepasados de las especies de papa cultivadas

El centro de mayor variabilidad de estas especies se sitúa en el corazón de los Andes (Peru, Bolivia) donde más de 100 especies silvestres han sido detectadas y donde se conocen más de 400 cultivares de papa indígenas.

( Rousselle, 1999 )

Sin embargo Huaman *et al* . ( <sup>xxii</sup>1988) coinciden con lo estudiado por Vavilov en 1951 al afirmar que el centro de origen de la papa se habría

localizado en la tierra alta de Perú, habiéndose extendido por el sur de Bolivia, Argentina y Chile: y 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 ahí se extendió al mundo en pocos siglos.

### **Utilización**

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 trasforman de una u otra manera para su aprovechamiento posterior .

Actualmente, en la industria de la papa, aunque las técnicas han evolucionado, los principios siguen siendo los mismos, papa trozadas congeladas y hojuelas deshidratadas y a los que hay que añadir otros sistemas de deshidratación y de conservación mediante fritura unos y mediante cocción.

( Alonso, 1996)

### **Importancia.**

La papa es un cultivo alimentario de gran importancia; se encuentra en cuarto lugar, después del trigo, maiz y arroz. Como ejemplo de su enorme influencia en la alimentación humana, basta recordar la gran epidemia que

xxiii apareció en Europa a mediados del siglo XiX causada por una enfermedad

de la papa conocida hoy como tizón tardío. (Cepeda, 2003)

El cultivo de la papa constituye una fuente importante de ingresos para los agricultores, además de generar empleos para los trabajadores agrícolas que abarcan todas las labores de cultivo, incluyendo otras labores de postcosecha como; cargadores, transportistas y comerciantes ( Rocha, 1985)

Aunque la tecnificación de este cultivo en México es relativamente reciente, ya se encuentra en muy buen nivel, con producción que alcanzan las 125 – 130ton /ha comerciales. En el área de influencia de la UAAAN, misma que comprende municipios de los estados de Coahuila y Nuevo León, se siembran casi 5500 ha bajo condiciones de riego con rendimientos de aproximadamente 30 ton/ha ( Camacho, 1997).

En México, el consumo per cápita de papa es de 12.5 kg, el cual es comparado con el de otros países como Estados Unidos ( 58.4 kg) u Holanda ( 58.8 kg), el cual resulta relativamente bajo; la papa ocupa el sexto lugar de importancia como alimento de los mexicanos ( Rangel, 1995)



La necesidad de realizar estudios sobre la situación regional de patógenos surge de la susceptibilidad característica de la papa al ataque de diversas plagas, de tal manera que el desarrollo de medidas de control debe sustentarse en necesidades reales detectadas en estos estudios.

(Niederhauser, 1993).

Estudios de este tipo han sido útiles para determinar la distribución y el riesgo potencial de ciertos patógenos. La forma que comúnmente se lleva a cabo es mediante el muestreo de varios lotes del área que se desea estudiar, la estimación de las hectáreas infestadas por los patógenos, evaluación de su comportamiento con respecto al tiempo en el cálculo del impacto económico de cada uno de ellos (Colyer, 1988; Honson y Miliczky, 1993;)

En base a estudios regionales se ha logrado detectar cambios en la distribución y prevalencia de enfermedades, así como relaciones entre patógenos y aspectos del sistema de cultivo. También han sido de utilidad para planear hipótesis sobre el efecto del ambiente sobre el comportamiento de las enfermedades y sobre la distribución de los organismos patógenos

(Honson y Miliczky, 1993)

### **Cuantificación de enfermedades**

Las formas más comunes para cuantificar una enfermedad es

xxv evaluando la incidencia y la severidad (

Cambell y Madden, 1990)

Por incidencia se entiende la proporción o porcentaje de unidades enfermas dentro de una unidad de muestreo; es una medida cuantitativa, rápida y sencilla que es generalmente mas precisa y reproducible que otras mediciones cuantitativas. En la practica las estimaciones de la incidencia ha sido mas usadas en enfermedades sistémicas o en casos en los que las plantas enfermas representan perdida total ( Larsson y Gerhardson, 1992)

Severidad es la cantidad de enfermedad que afecta las unidades dentro de una unidad de muestreo. La medida de severidad es mas sencilla cuando se expresa como proporción o porcentaje de la unidad de muestreo usan sus mediciones directas o estimaciones indirectas como claves o escalas. Para evaluar la severidad existen varios métodos lo que refleja intereses diversos de los especialistas relacionados con estudios epidemiológicos, de resistencia y con estimaciones de pérdidas ( Gaunt, 1987)

### **Hongos fitopatógenos del suelo asociados a la papa.**

Entre los hongos fitopatógenos del suelo que se han señalados como parásitos de la papa destacan algunas especies de los géneros *Rhizoctonia*, *Verticillium*, *Fusarium* y *Sclerotinia* ( Hooker, 1980 ).

### ***Fusarium oxysporum***

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.

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).

### ***Fusarium oxysporum Schlecht***

#### Síntomas

*Fusarium oxysporum* 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 redicular, especialmente en aquellas raíces mas finas, de ahí el daño avanza hacia el

xxvii 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)

El mismo autor señala que las partes afectadas o dañadas por el patógeno adquiere una coloración parda, en la raíz y parte del tallo; la necrosis o empardecimiento pueden observarse con facilidad al realizar cortes tanto transversales como longitudinales en la parte dañada.

Los síntomas de la marchitez causada por el hongo pueden desarrollarse con mayor rapidez durante la floración o fructificación. En los cultivos generalmente dichos marchitamientos van a observarse en forma de manchones que se extiende en forma gradual y en ocasiones hasta cubrir todo el cultivo causando la muerte prematura de las plantas. Los síntomas de la marchitez se ven mas acentuados en el día o durante las horas mas intensas de calor y durante las noches hay una aparente recuperación ( Roberts y Boothroyd, 1978).

#### Biología del hongo

El hongo es un habitante muy común del suelo siendo este la principal fuente de inóculo , además sobrevive en los restos de las plantas infestadas que quedan en el campo en forma de micelio, en cualquiera de sus formas de conidias o en clamisdosporas, las que pueden persistir en forma inactiva o latente durante 5 – 10 años y germinar al disponer de nutrientes, principalmente cuando hay contacto o proximidad de raíces

xxviii jóvenes de sus hospederos.( Roberts y Boothroyd, 1978)

El inóculo se propaga generalmente a través del agua , equipo agrícola contaminado , por semilla, etc. Cuando las plantas sanas se desarrollan en el suelo contaminado las esporas germinan y el micelio penetra directamente los tejidos de las plantas de las raíces a la altura de la zona de elongación; la penetración también la puede realizar mediante heridas causadas por nematodos principalmente de los géneros *Pratylenchus spp* y *Meloidogyne spp* y a través de las heridas hechas por las labores culturales ( Agrios, 1988; Smith *et al*, 1992)

El micelio una vez que ha penetrado al tejido se propaga intercelularmente y llega a los vasos xilémicos e invade al sistema vascular, el micelio avanza en forma ascendente unos 15 – 20 cm arriba de la zona de transición entre el tallo y el sistema radicular, el micelio se ramifica y empieza a producir esporas principalmente microconidios que son desprendidas y llevadas en la savia hacia la parte superior de la planta, la microconidia germina y el micelio invade nuevamente los haces vasculares. La patogénesis esta relacionada con el bloqueo de los vasos impidiendo el paso del agua nutrientes y con la formación de toxinas que pueden afectar la síntesis de clorofila, hay pérdida de turgencia, marchitamiento y posteriormente la muerte; también hay formación de enzimas que catalizan reacciones hidrofílicas destruyendo la lámina media del tejido del parénquima del xilema, tomando una coloración pardo – oscuro y que estas

xxix coloraciones pueden ser utilizadas como

síntomas para el diagnóstico de la

enfermedad

Posteriormente el hongo invade en gran escala los tejidos parenquimáticos de la planta, llega a la superficie de los tejidos muertos y esporula abundantemente, las conidias son deseminadas por los agentes ya mencionados hacia otras plantas o quedan en el suelo e inician nuevamente su ciclo cuando llega su hospedero ( Walker, 1968, Robert y Bootroyd, 1978, Agrios, 1988; Smith et al , 1992; de la Garza, 1996)

### ***Verticillium dahliae* Kleb**

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 mas 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)

La verticiliosis se manifiesta generalmente durante la segunda etapa  
xxx 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 está ampliamente extendida en el mundo. Es generalmente importante en zonas cálidas ( Sampson, 1980; Rowe,1984).

Esta enfermedad puede estar provocada por dos especies distintas de *Verticillium*: *V. Albo- atrum* y *V. Dahliae*. Se admite tradicionalmente, a pesar de las numerosas excepciones, que *V. Albo- atrum* predomina en zonas templadas y *V. dahliae* está localizada en las zonas más cálidas. ( Rowe, 1984)

El parásito que se presenta en el suelo en forma de propágulos aislados o en forma de micelio sobre los residuos de materia orgánica, penetra en el sistema radicular de las plantas sensibles por los pelos absorbentes alcanzando al sistema vascular. Llega a las partes aéreas de las plantas, apareciendo los síntomas ( decoloración amarillenta y luego marchitez) sobre los folíolos situados a un mismo lado del pecíolo y luego sobre todas las hojas de un mismo tallo cuyo anillo vascular toma una coloración parda ( Isaac y Harrison, 1968)

Generalmente los síntomas de la enfermedad aparecen antes o al inicio 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.

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)

Sin embargo Agrios, (1988) , menciona que los síntomas de marchitez por el hongo *Verticillium dahliae* son casi idénticos a los que produce el hongo *F.oxysporum* y en los hospederos afectados por ambos hongos es imposible diferenciarlos en campo, excepto utilizando pruebas de laboratorio.

Biología del hongo.

Los microesclerocios pueden germinar cuando son estimulados por exudados de las raíces de los hospederos 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 del agua y nutrientes reflejándose en la planta en una marchitez. Los conidios se producen dentro del tejido y si las

condiciones son adversas hay  
xxxii  
formación de microesclerocios para



invernar.

( Ayers, 1952; Mendoza ,1996).

El hongo puede diseminarse por el agua de riego, por el viento, suelo , maquinaria agrícola contaminada, semilla u otras partes vegetativas utilizadas para la propagación. En cuanto a las condiciones de temperatura que el hongo requiere, 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)

### **Punta morada de la papa ( PMP )**

La punta morada ha sido conocida desde el año de 1915, la causa de la enfermedad todavía es incierta, aunque relacionaban a dicha enfermedad con algunos insectos plaga.( Beall y Cannon, 1945).

La punta morada de la papa fue mencionada por primera vez en México por Niederhauser y Cervantes en 1956 y fue observada en el valle de Toluca, en las cercanías del Nevado de Toluca, en Guanajuato,

xxxiii Michoacán y en los estado de Puebla y

Tlaxcala. ( Cadena y Galindo , 1985)

Guigon, ( 1994) describe la enfermedad con los síntomas típicos de punta morada pero no la menciona como tal , solo describe que algunas plantas de etiología desconocida presentaba 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.

Sin embargo , García ( 1996) , señaló que a principios de la década de los noventa en las áreas paperas de Coahuila y Nuevo León, Jalisco y otras áreas paperas del país, comenzó a manifestarse una enfermedad de etiología desconocida ocasionando amarillamientos, enrollamiento de foliolos color morado, formación de tubérculos aéreos, necrosis vascular en tallos y tubérculos; en la actualidad a dicha enfermedad se le conoce con nombre de “punta morada de la papa”.

## Síntomas

Los primeros síntomas aparecen en los brotes terminales y en las hojitas, se enrollan y toman un color morado de donde adquiere su nombre la enfermedad, 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.

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 marchitez con un tono amarillento a morado apagado y muere prematuramente ( Cadena y Galindo, 1985)

Los síntomas de la punta morada 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. ( Maramorosch , 1988)

Cadena y Galindo ( 1985) , señalaron que los tubérculos procedentes de plantas enfermas normalmente ni brotan, o si lo hacen producen una brotación anormal que pueden ser brotes fino y débiles, aunque esto en la actualidad es inválido ya que en campo se ha observado que tubérculos que tienen el manchado producen una brotación anormal que puede ser brotes finos y débiles pero también tiene brotes normales.

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 un virus como anteriormente se había considerado, actualmente se considera que la punta morada es causada por fitoplasmas transmitidos por insectos vectores

Sin embargo Hernández, ( 2000), demostró que la PMP es ocasionada también por hongos de suelo y que los hongos *F. oxysporum* y *V. dahliae* se encuentran asociados en los síntomas en el Sur de Coahuila y Nuevo León, siendo el primero de estos el que presentó mayor efecto sobre los síntomas de la enfermedad.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

investigación, se llevó a cabo en los periodos comprendidos de los años 2004 y 2005, dividiéndose en tres etapas, la primera consistió en trabajo de campo, específicamente en el municipio de Arteaga, la segunda etapa en el laboratorio de Fitopatología y la última en el invernadero No. 5 del área de investigación, instalaciones que se encuentran ubicadas en la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN), situada en los paralelos 25° 22′ Latitud Norte y 101° 00′ Longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich y una altitud de 1742 msnm (Mendoza, 1983)

### **Determinación de Incidencia y Severidad en campo**

El área de trabajo donde se llevaron a cabo los muestreos de incidencia y severidad comprende la zona sur del estado de Coahuila y Nuevo León, específicamente en los ejidos de Huachichil, San Juan del Prado y el Poleo. Los muestreos fueron realizados utilizando en cada predio un patrón en forma de W, muestreándose 9 puntos en cada lote. En cada punto de muestreo se les determinó la incidencia a un total de 90 plantas dando un total de 810 plantas evaluadas en cada lote.

Los muestreos fueron programados aproximadamente cada 10 días en función de las disponibilidades logísticas, considerando un total de 6 muestreos en cada lote.

Para la determinación de la  
xxxvii  
severidad se empleo una escala

arbitraria de clasificación progresiva de la enfermedad , asignándole un grado de nivel de escala a cada planta muestreada.

Cuadro 3.1 Escala de severidad arbitraria para punta morada

<b>VALOR</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE SÍNTOMAS</b>
<b>1</b>	<b>BROTOS AXILARES ANORMALES</b>
<b>2</b>	<b>BROTOS AXILARES Y ENTRENUDOS CORTOS</b>
<b>3</b>	<b>PRESENCIA DE TUBERCULOS AEREOS , PLANTAS CLOROTICAS</b>
<b>4</b>	<b>COLORACIÓN PÚRPURA O MORADO EN BROTOS TERMINALES</b>
<b>5</b>	<b>MUERTE DE LA PLANTA. MARCHITEZ</b>

(MOCTEZUMA 2004)



Figura 3.1. Muestreo en W para la determinación de incidencia y severidad

La incidencia fue evaluada mediante un diseño estadístico de varianza mediante un modelo de regresión, para explicar la relación entre días e incidencia. La incidencia se evaluó mediante un coeficiente de correlación de rangos de Spearman.

### **TOMA DE MUESTRA DE LOS HONGOS *Fusarium oxysporum* Y *Verticillium dahliae***

Para la determinación de la presencia de los hongos fitopatógenos de suelo *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* fueron colectadas 10 plantas en cada lote de cada último muestreo, las plantas fueron colocadas en bolsas de plástico y depositadas en una nevera para su traslado al la cámara bioclimática donde fueron seccionadas para su procesamiento en el laboratorio.

Para verificar la presencia de los hongos fitopatógenos de interés fueron trasladadas las partes seccionadas ( raíces, tubérculos, tallos y hojas) de la planta al laboratorio de fitopatología de esta Universidad. Las parte de tejido infectado se seccionaron en porciones de un cm<sup>2</sup> , posteriormente se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio comercial al 3 por ciento, durante tres minutos con la finalidad de eliminar posibles organismos contaminantes adheridos en la superficie del tejido infectado, posteriormente se enjuagaron en agua destilada estéril por dos ocasiones para eliminar residuos del desinfectante.

Posteriormente las porciones de tejidos de las diferentes partes seccionadas fueron colocadas en papel secante estéril para eliminar los restos de agua y estos fueron sembrados en cajas de Petri preparadas con el medio cultivo papa dextrosa agar ( PDA) , para su colocación en la incubadora a temperatura de 25 °C por 72 horas.

## **IDENTIFICACIÓN DE LOS HONGOS FITOPATÓGENOS**

La identificación de los hongos se llevó a cabo con la utilización de las claves de Toussoun y Nelson ( 1968); y Boot ( 1971). Las características morfológicas que se observaron de cada hongo fueron comparadas con las descritas por los autores.



## PRUEBAS DE PATOGENICIDAD

Una vez purificados los hongos de interés como *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* se procedió a realizar las pruebas de patogenicidad. Para esto se utilizaron plantas producidas *in vitro* de la variedad mundial , las cuales fueron proporcionadas por la Fundación Produce de Coahuila.

Estas plantas fueron transplantadas en vasos de plástico con sustrato promix para su adaptación en la cámara bioclimática por un periodo de 15 días.

Posteriormente las plantas se trasladaron al invernadero No 5 del área de investigación y se acondicionaron durante su fase de crecimiento. Estas plantas fueron protegidas con tela de organza, esto para reducir al mínimo las posibilidades de una contaminación de algún otro organismo que pudiera causar alguna infección.



Figura.3.2 a) Adaptación de plantas en <sup>xli</sup> vitro y cámara bioclimática b) invernadero

Para el desarrollo de la prueba se empleó la técnica de inoculación que se describe a continuación:

### **Inyección al Tallo**

Para la inoculación de las plantas *en vitro* con esta técnica se utilizaron 12 plantas (para la inoculación ) y cuatro plantas empleadas como testigos. Esta técnica de inoculación de dichos patógenos es en base a Koike *et al.* (1994), se realizó en los tallos de las plantas aproximadamente un 1cm por arriba del suelo, que en este caso fue sustrato denominado promix. Se empleó una jeringa hipodérmica estéril y el inóculo se distribuyó en cuatro macetas con *F. oxysporum*, cuatro macetas con *V. dahliae* y una combinación de otras cuatro macetas con los dos hongos patógenos. La concentración de conidias utilizadas fue de  $2.5 \times 10^6$  conidias por ml por patógeno . para la concentración de los hongos combinados se ajustó la concentración a  $5 \times 10^6$  conidias por ml. Los testigos únicamente se inyectaron con agua destilada estéril.



Figura.3.3 Inoculación de plantas en vitro con la técnica “inyección al tallo”

**Cuadro 3.2.** Técnica de inoculación, densidad de inoculo, numero de plantas inoculadas y patógenos utilizados en dicha técnica.

PATOGENO	TÉCNICA INUCULACION	DE DENSIDAD INOCULO	DE NUMERO DE MECETAS
<i>F.oxysporum</i>	Inyección al tallo	$5 \times 10^6$ conidias / ml	4
<i>V.dahliae</i>	Inyección al tallo	$5 \times 10^6$ conidias/ ml	4
<i>F.oxysporum</i> <i>V. dahliae</i>	Inyección al tallo	$2.5 \times 10^6 + 2.5 \times 10^6$ conidias /ml	4
TESTIGO	Inyección al tallo	Sin inoculo	4

### REISLAMIENTO DE LOS PATÓGENOS

Una vez terminado las pruebas de patogenicidad se realizó el reisolamiento de los hongos que se inocularon , y consistió nuevamente en hacer pequeños cortes del tejido dañado de las plantas inoculadas que resultaron con los síntomas típicos de la enfermedad, se desinfectaron en

hipoclorito de sodio al 6 por ciento  
 xliii durante 3 minutos, después se lavaron

en agua destilada estéril en dos ocasiones, posteriormente se pasaron a papel secante estéril para eliminar exceso de humedad.

Una vez terminado lo anterior se procedió a sembrar los trocitos de los tejidos con los síntomas en medio de cultivo PDA y se incubaron a 25 °C. Posteriormente se procedió a realizar la identificación con ayuda de las claves de Toussoun y Nelson ( 1968); Boot ( 1971). Las características morfológicas que se observaron de cada hongo fueron comparadas con las descritas por los autores.

Para las pruebas de patogenicidad se evaluó mediante un diseño estadístico de bloques completamente al azar.

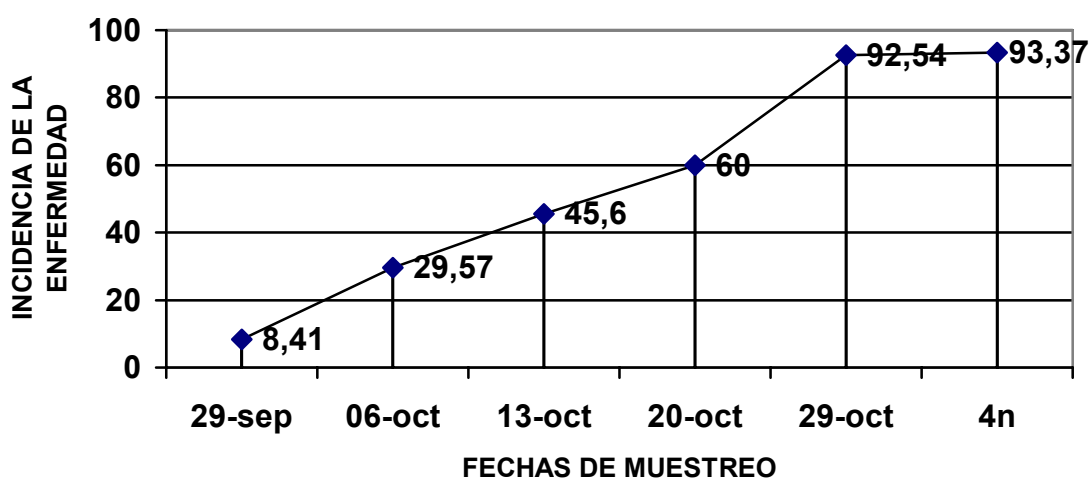
## RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo de investigación de acuerdo a los objetivos planteados y la metodología empleada son los que a continuación se describen:

En total se muestrearon 200 hectáreas distribuidas en los cuatro lotes, los cuales tuvieron en su totalidad altos porcentajes del síndrome de la punta morada. En todos los lotes muestreados se encontraron los hongos de interés en esta investigación (*Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae*) con una incidencia alta. Para el lote de estudio denominado el poleo variedad guigan se presentó una incidencia de 93.37 por ciento ( fig. 4.1.) en la última fecha de muestreo, lo que nos indica que la enfermedad fue muy progresiva con un coeficiente de determinación de  $R^2 = 0.9803$  . En este lote los muestreos comenzaron con un 8.41 por ciento de incidencia y la severidad en el grado de escala 1, la cual <sup>xlv</sup> corresponde a brotes axilares anormales.

Para a fecha de muestreo 4 de noviembre la severidad alcanzo un grado de

5 en la escala utilizada lo que nos indica que el síndrome para esa fecha alcanzo su maximo, mientras que la correlación de rangos fue de  $R_s = 0.971$  lo que indica que a mayor días mayor severidad ( fig. 4.2). La fig (4.3), nos indica que la correlación que existe entre la incidencia y la severidad en las mismas fechas de muestreo.



**Figura 41. Comportamiento de incidencia de punta morada en 6 fechas de muestreo en el lote el poleo, Municipio de Arteaga, Coahuila, 2004.**

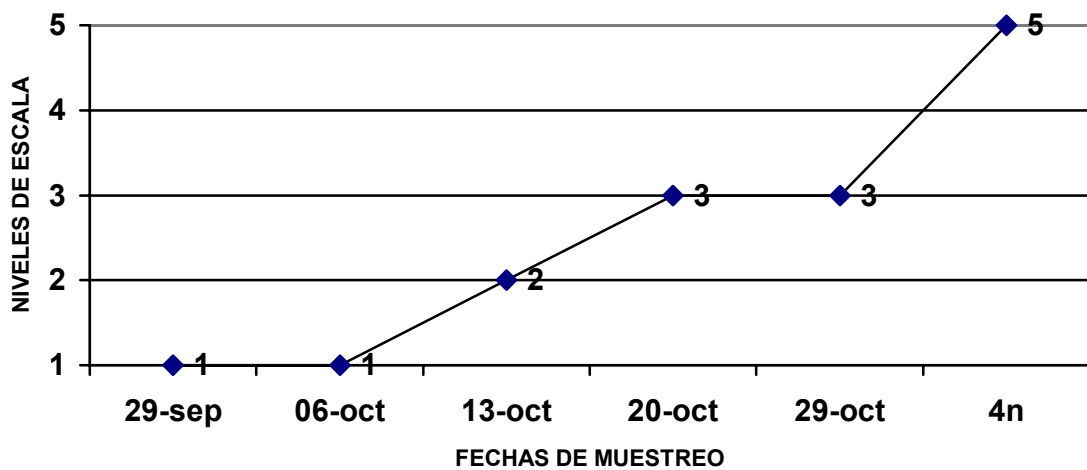
**Cuadro 4.1. Porcentaje de los hongos *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* en los síntomas de punta morada en la última fecha de muestreo en lote el poleo, Municipio de Arteaga, Coahuila. 2004**

HONGO	PLANTAS EVALUADAS	PRESENCIA	%	Combinación de hongos en plantas	% de asociación

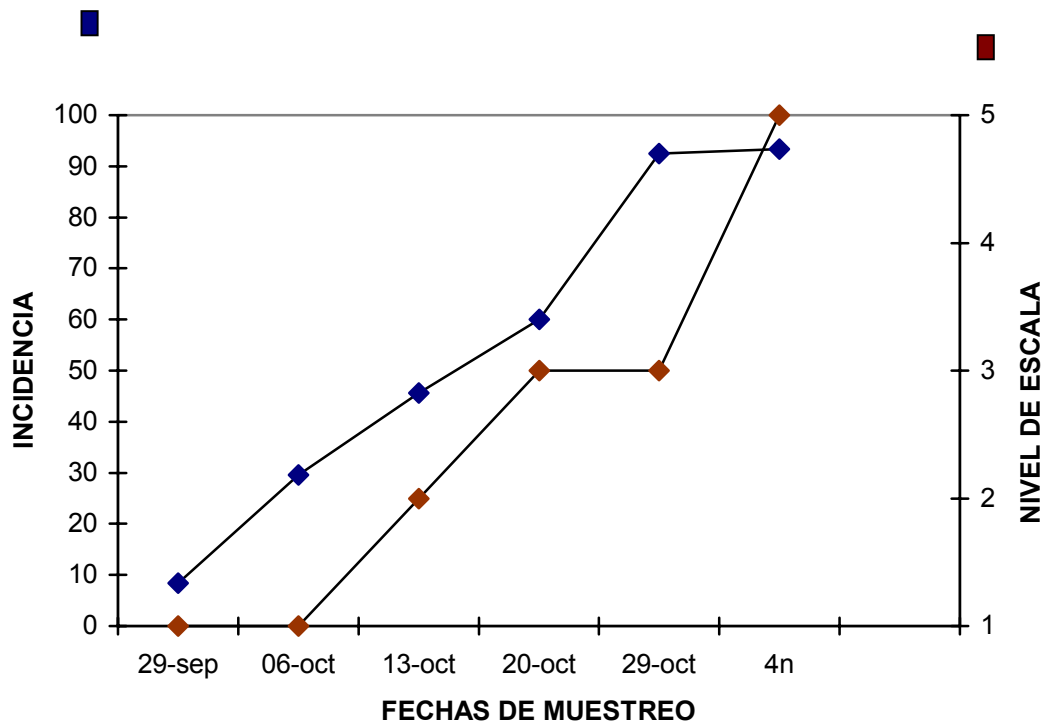
<i>Fusarium</i>	10	6	60		
<i>oxysporum</i>					
<b>Verticillium</b>	10	2	20	2	20%

**dahliae**

La asociación de los hongos *Fusarium* y *Verticillium* en el lote el poleo fue relativamente alta ya que para el caso del primer hongo, tuvo una asociación del 60 por ciento cuando la incidencia oscilaba en un 93 por ciento, no así para *Verticillium* que solo estuvo asociado en un 20 % como se muestra en el cuadro 4.1.



**Figura. 4.2. Comportamiento de la severidad de punta morada en el lote el Poleo en 6 fechas de muestreo, Municipio de Arteaga, Coahuila.2004**



**Fig. 4.3 . Relación entre la incidencia y la severidad de punta morada en el lote el Poleo, Municipio de Arteaga, Coahuila. 2004**

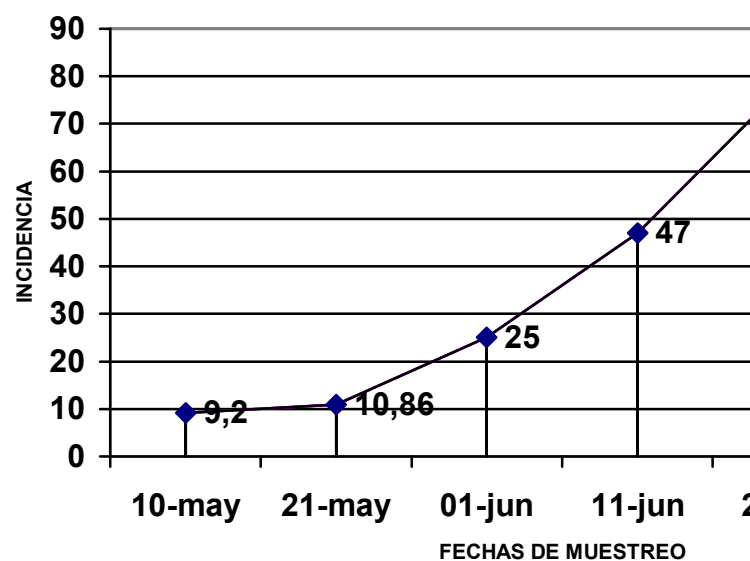
La incidencia mas alta presentada en el lote Huachichil 1 variedad guigan fue de 82.45 por ciento, lo que nos muestra que la enfermedad fue progresiva en este lote con un coeficiente de determinación de  $r^2= 0.9249$  , presentándose este valor en 104 días , lo que explica la relación entre días después de siembra e incidencia desde el primer muestreo como se muestra en la fig . (4.4).

La asociación de los hongos en este lote fue mas alta para el caso del hongo *Fusarium oxysporum* estando asociado en un 50 por ciento



de las muestras procesadas, lo que nos señala que el hongo estuvo fuertemente relacionado con las expresiones de los síntomas. No obstante fue así para el caso de hongo *Verticillium dahliae* que no estuvo asociado por sí solo del total de las muestras mientras que la combinación de ambos fue de un 50 por ciento como se muestra en el Cuadro (4.2), estos dos valores están relacionados con la incidencia del último muestreo como se muestra en la fig. (4.6).

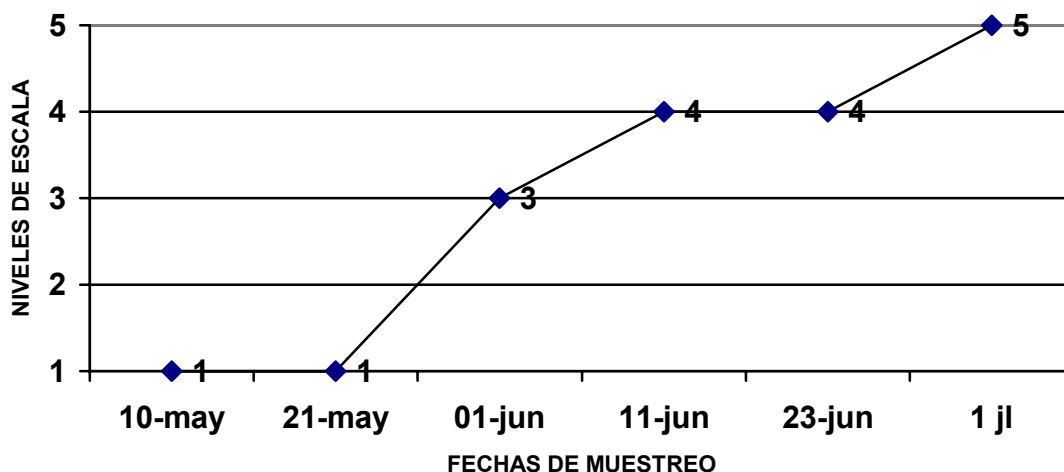
La severidad en este lote obtuvo un valor de 5 en la escala de punta morada como se muestra en la fig (4.5) lo que nos indica que hubo plantas que presentaron marchitamientos causados por punta morada, esto se presentó cuando el lote tenía un 82.45 de incidencia y presentándose esto en la fase terminal del cultivo. El análisis de correlación por rangos fue de  $R_s = 0.971$ , lo que explica ampliamente que a mayor días mayor severidad el síntoma de punta morada.



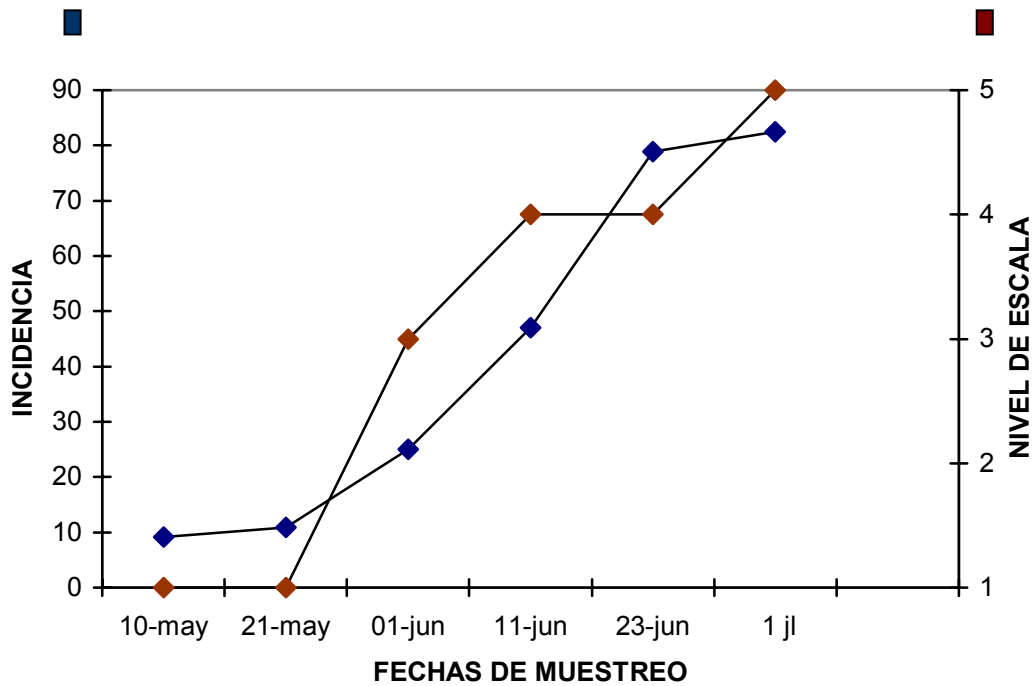
**Figura 4.4. Comportamiento de la incidencia de punta morada en el lote Huachichil 1, Municipio de Arteaga, Coahuila. 2005**

**Cuadro 4.2. Porcentaje de los hongos *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* en los síntomas de punta morada en la última fecha de muestreo en lote huachichil 1, Municipio de Arteaga, Coahuila. 2005**

HONGO	PLANTAS EVALUADAS	PRESENCIA	%	Combinación de hongos en plantas	%
<i>Fusarium oxysporum</i>	10	5	50		
<i>Verticillium dahliae</i>	10	0	0	5	50



**Figura 4.5. Comportamiento de severidad de punta morada en el lote Huachichil 1, Municipio de Arteaga, Coahuila. 2005**



**Figura 4.6. Relación entre la incidencia y la severidad de punta morada en lote huachichil 1, Municipio de Arteaga, Coahuila. 2005**

Para el caso del lote denominado huachichil 2 la incidencia más alta presentada fue de 50 por ciento en la última fecha de muestreo. Probablemente en este lote la incidencia se presentó en menor grado debido a que el suelo es arcilloso, el coeficiente de determinación fue de  $r^2 = 0.9803$  el cual no muestra la relación entre días e incidencia, fig (4.7)

manera similar a otros lotes, sin embargo para este caso no hubo marchitamiento hasta el ultimo muestreo fig (4.8), es decir la severidad máxima que alcanzó el lote fue de 4 en la escala que corresponde a coloración púrpura en los hojas terminales, mientras que la incidencia máxima obtuvo un valor de 50 por ciento como se muestra en la Fig. (4.9) La  $R_s$  fue de 0.925 , explicando el modelo que a mayor numero de días después de la siembra mayor se expresa la severidad.

La asociación de los hongos en este lote fue relativamente baja a comparación de otros. Para el caso de *Fusarium* fue asociado a un 80 por ciento de el total de la muestras , mientras que para *Verticillium* fue de 20 por ciento en combinación con *Fusarium* de asociación a síndrome de punta morada como se muestra en el Cuadro (4.3). Estos valores fueron obtenidos para la última fecha de muestreo y cuando la incidencia llego alcanzar un 50 por ciento como se muestra en la fig (4.7).

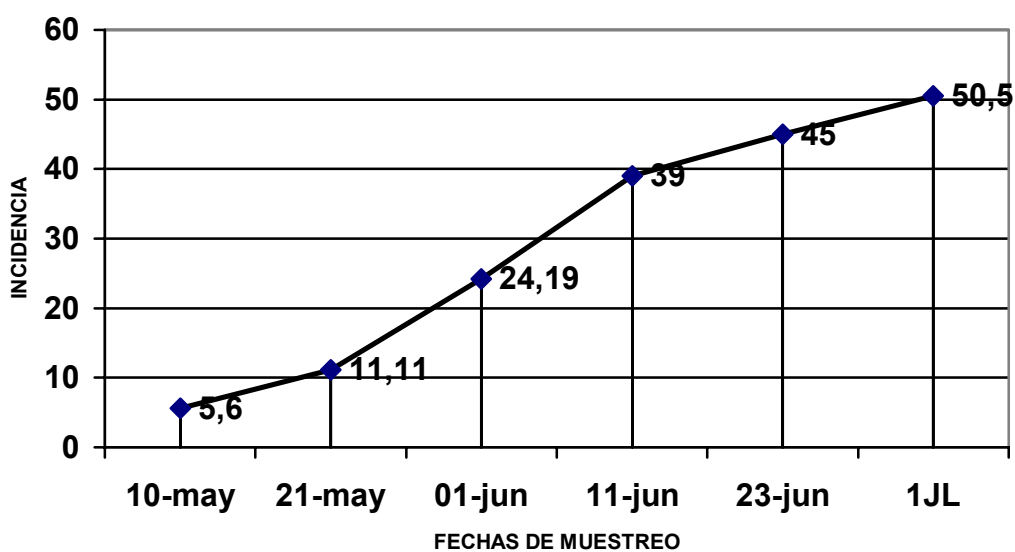


Figura.4.7.Comportamiento de incidencia de punta morada en el lote Huachichil 2, Municipio de Arteaga, Coahuila.2005

Cuadro 4.3 .Porcentaje de los hongos *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* en los síntomas de punta morada en la ultima fecha de muestreo en lote Huachichil 2, Municipio de Arteaga, Coahuila.2005

HONGO	PLANTAS EVALUADAS	PRESENCIA	%	Combinación de hongos en plantas	%
<i>Fusarium oxysporum</i>	10	8	80		
<i>Verticillium dahliae</i>	10	0	0	20	0

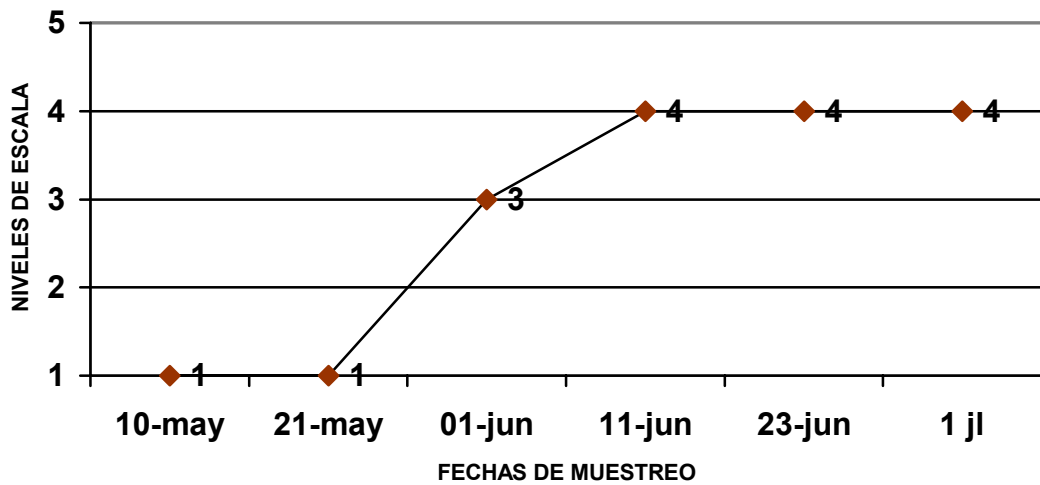


Figura. 4.8. Comportamiento de severidad de punta morada el lote huachichil 2, Municipio de Arteaga, Coahuila. 2005

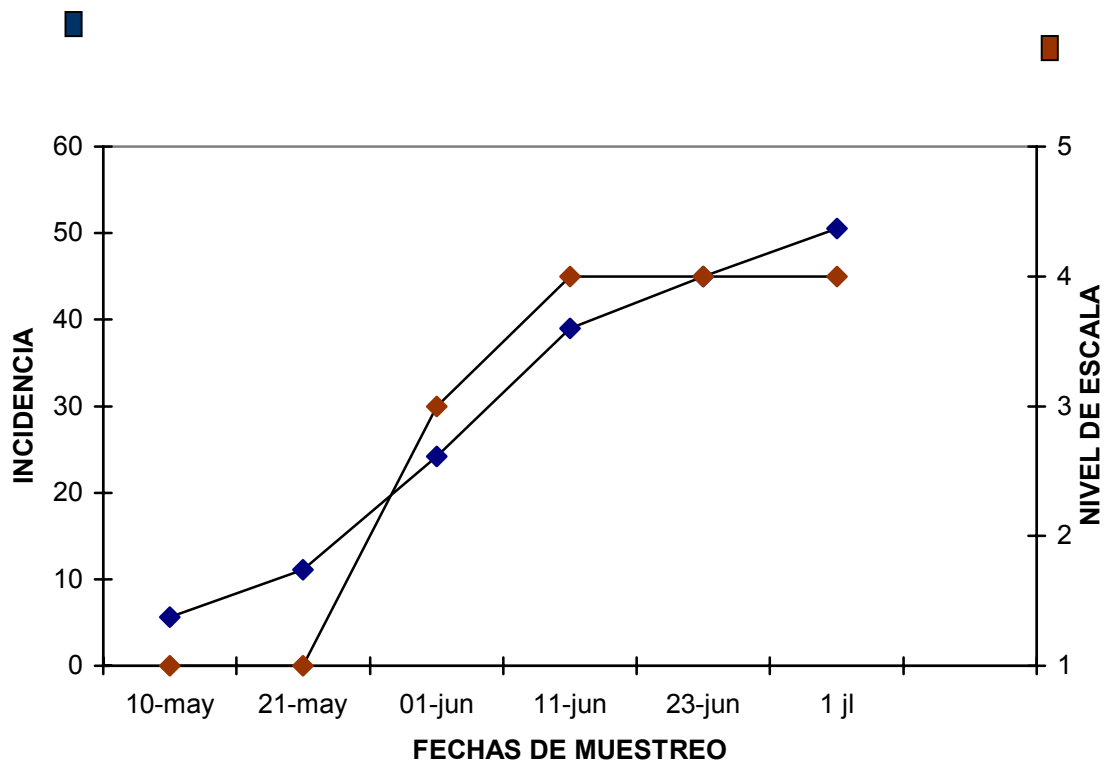


Figura. 4.9. Relación entre incidencia y severidad de punta morada en lote huachichil 2, Municipio de Arteaga,

## Coahuila.2005

En el lote el prado, la incidencia alcanzó un valor alto llegando a tener un 90.55% y un coeficiente de determinación  $r^2= 0.9453$  en el último muestreo como se muestra en la fig 4.10. En este lote se presentaron deficiencias muy marcadas de elemento menores lo que nos indica que el ataque de hongos pudo verse influenciado por dicho factor.

Para la severidad del mismo lote, esta alcanzó un grado de 4 en la escala utilizada lo que dice que no se presentó marchitamiento causado por punta morada, cabe mencionar que esto fue tomado hasta la última fecha de muestreo, mientras que el análisis de rangos demuestra como en los demás lotes que a mayor días después de la siembra la severidad se expresa mas progresiva  $R_s= 0.971$  fig 4.11.

La asociación de hongos en la incidencia y severidad al igual que en otros lotes fue más alta para el hongo *Fusarium oxysporum* que para *Verticillium dahliae*. El primero obtuvo una asociación del 80% en la incidencia tomada del último muestreo, mientras que el hongo *Verticillium dahliae* no obtuvo una asociación en la incidencia determinada, mientras que la combinación de los dos hongos fue de un 20 % como se muestra en la fig 4.12 y en el cuadro 4.4.

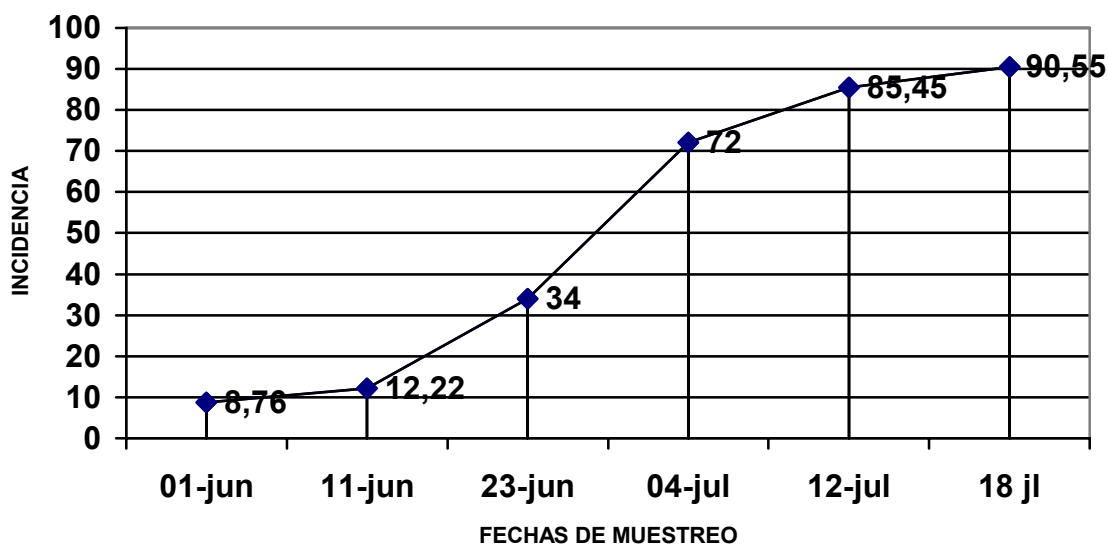


Figura. 4.10. Comportamiento de la incidencia de punta morada en el lote el prado, Municipio de Galeana, Nuevo León. 2005

Cuadro 4.4. Porcentaje de los hongos *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* en los síntomas de punta morada en la última fecha de muestreo en lote el prado, Municipio de Galeana, Nuevo León. 2005

HONGO	PLANTAS EVALUADAS	PRESENCIA	%	Combinación de hongos en planta	%
<i>Fusarium oxysporum</i>	10	8	80		
<i>Verticillium dahliae</i>	10	2	0	20	20



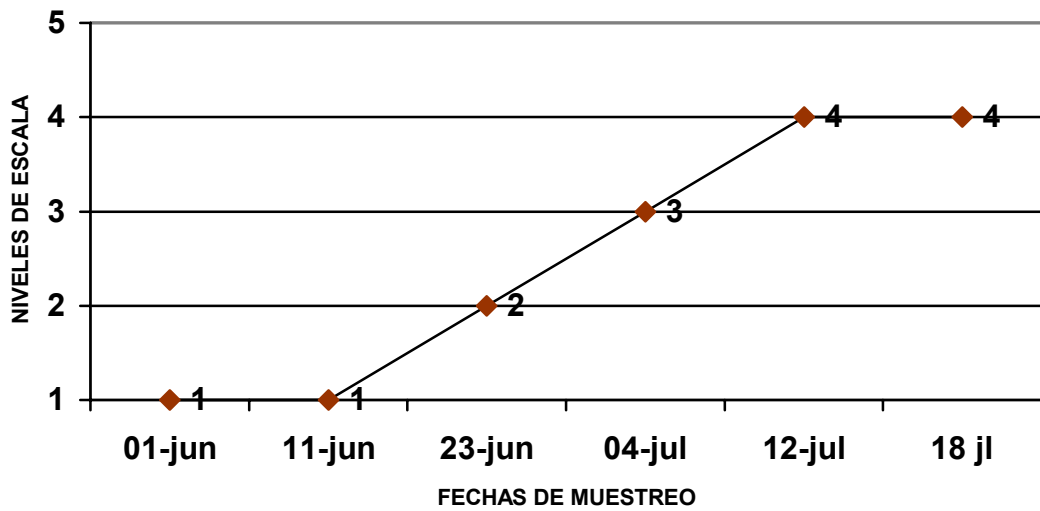


Figura. 4.11. Comportamiento de la severidad de punta morada el lote el prado, Municipio de Galeana, Nuevo León.2005

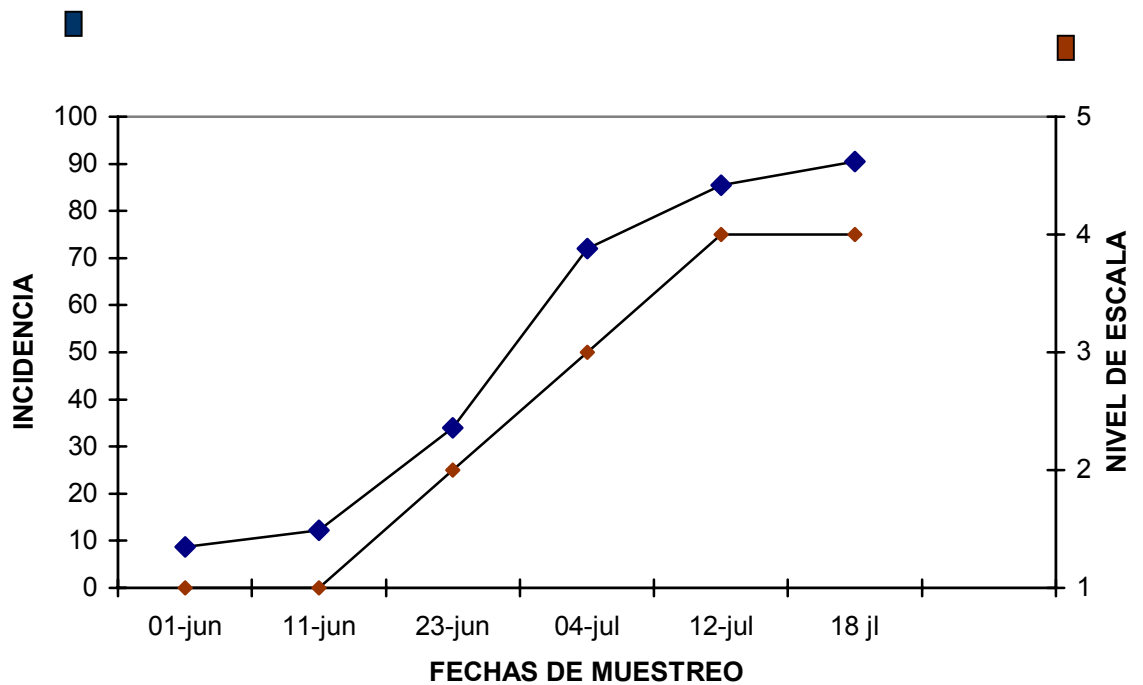


Figura. 4.12. Relación entre incidencia y severidad de punta morada en el lote el prado, Municipio de Galeana, Nuevo León.2005

## **AISLAMIENTO**

Una vez que se analizaron los aislamientos de las muestras procesadas se pudo verificar la presencia de *F. oxysporum*, dicho hongo se pudo aislar de los tallos y raíces, sin embargo los tubérculos sembrados en PDA de plantas procedentes de los lotes con síntomas no se presentó crecimiento de ningún hongo.

Para el caso del hongo *Verticillium dahliae*, este fue obtenido principalmente de tallos afectados por los síntomas de punta morada, sin embargo la incidencia de este hongo fue menor a la del hongo *Fusarium oxysporum*.

El hongo *Fusarium oxysporum* en medio de cultivo PDA presentó un crecimiento abundante teniendo un micelio de color púrpura. Presentó hifas hialinas septadas, monofialides simples y cortas, abundante presencia de microconidias hialinas, presencia de macroconidias en número reducido como lo señala Guigón (1994), al señalar que *F. oxysporum* presenta pocas macroconidias en medios de cultivo.

Para el caso de *Verticillium dahliae* se observó en el medio de cultivo PDA micelio de color blanco al principio, posteriormente obtuvo una coloración verde olivo – grisáceo. Se observaron conidioforos alargados, hialinos, septados, ramificados en forma verticilada, conidias hialinas en forma oval generalmente, las hifas del hongo eran hialinas y septadas, las características mencionadas son similares a las descritas por Barnett y Hunter (1972).

#### **Pruebas de Patogenicidad**

Los resultados obtenidos en estas pruebas utilizando la técnica de inyección al tallo variaron en la aparición de los síntomas.

Los síntomas que primero aparecieron fueron los inoculados con los dos hongos al mismo tiempo apareciendo los síntomas alrededor de los 25 días después de la inoculación. Los primeros síntomas que manifestó la planta fue la aparición de brotes axilares, posteriormente se tornó una coloración púrpura a morado en las hojas terminales para posteriormente empezar una coloración cafésusca en las hojas basales.



**lixFigura.4.13 Brotes axilares asociados al síntomas de punta morada de la papa en plantas presentados con la**

**inoculación de los hongos *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* en las pruebas de Patogenicidad**

Para el caso de el hongo *Fusarium oxysporum* los síntomas aparecieron a los 35 días después de la inoculación, estos síntomas expresados por la planta fueron menos expresivos que la presentada por la inoculación de los dos hongos ya que solo presentó una coloración púrpura las plantas y no brotes axilares anormales. De las cuatro plantas inoculadas solo tres presentaron el síntoma y una no lo presentó, sin embargo la planta detuvo su crecimiento igual que las otras que fueron inoculadas.



**Figura.4.14. Síntomas de punta morada de la papa manifestados por el hongo *Fusarium oxysporum* con la técnica de inyección al tallo.**

Para el caso del hongo *Verticillium dahliae* solo 2 de las cuatro plantas inoculadas presentaron el síntoma, los primeros síntomas que manifestaron las plantas fueron iguales a los de otros tratamientos, empezando a manifestarse brotes axilares anormales y un detenimiento del crecimiento de las plantas para posteriormente expresarse un color púrpura – morado en las hojas terminales.

lx

Los síntomas comenzaron a

manifestarse alrededor de los 35 días después de la inoculación.



**Figura.4.15. Marchitamiento asociado al síntoma de punta morada de la papa en plantas inoculadas con el hongo *Verticillium dahliae***

Los testigos utilizados en estas pruebas no presentaron ningunos de los síntomas característicos de la punta morada, con esto se corrobora que los hongos tuvieron un efecto positivo en las plantas mediante las inoculaciones.



**Fig. 4.16. Testigo utilizado para las pruebas de patogenicidad.**

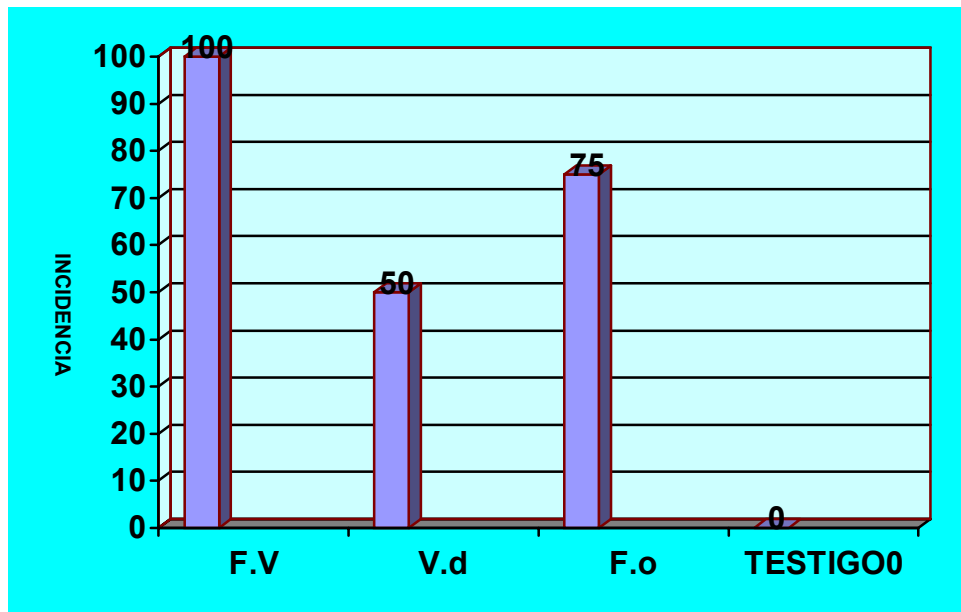


Fig. 4.17. Incidencia de la enfermedad punta morada de la papa utilizando la técnica de inoculación “inyección al tallo” con los hongos, *F. oxysporum*, *V. dahliae* y la combinación de los dos.

### Reislamientos

Al realizar los reislamientos en medios de cultivo PDA de las plantas que presentaron los síntomas de la enfermedad, se pudieron obtener los hongos que en un principio fueron aislados de las plantas con la enfermedad característica que tenían en campo e inoculados en plantas y tubérculos que fueron utilizados para las pruebas mencionadas. En las identificaciones de los organismos se detectó las mismas características de

los organismos encontrados en las plantas con los síntomas en campo.

*F. oxysporum* presentó en el medio de cultivo PDA color púrpura, microconidias hialinas, , pudo constatar la presencia de macroconidias.



**Figura.4.18. Crecimiento en medio de cultivo PDA del hongo *Fusarium oxysporum***

Las características de *Verticillium dahliae* coincidieron con las observadas en los aislamientos tales como crecimiento abundante de micelio de color grisáceo a verde pardo, con hifas hialinas septadas, conidióforos alargados ramificados verticiladamente, al observar el medio se pudo constatar la presencia de microesclerocios.



**Figura.4.19.Crecimiento en medio de cultivo PDA del hongo *Verticillium dahliae***

**DISCUSIÓN.**

**Incidencia y Severidad de la punta morada de la papa asociada a hongos de suelo en la región sur de los estados de Coahuila y Nuevo León.**

Los resultados obtenidos demuestran que la incidencia y la severidad del síndrome de la punta morada de la papa asociada a hongos de suelo son elevadas lo que pone en manifiesto que las estrategias utilizadas no están dando resultado para controlar a dicha enfermedad.

Probablemente esta situación se debe a que los productores tienen poco conocimientos en cuanto a los factores involucrados en el desarrollo del síndrome de la enfermedad, lo que ha propiciado que el uso de insecticidas continúe siendo el control más utilizado para controlar el síndrome de la enfermedad, dejando a un lado algunas otras medidas de control u estrategias que pudieran ofrecer resultados positivos, como selección de semilla, rotación de cultivos, uso de mejoradores de suelo orgánicos , etc. Se tiene que tener en consideración que en el síndrome de la



punta morada de la papa (PMP) participan diversos factores tanto abióticos como bióticos y no solamente el insecto vector, motivo por el cual los productores han hecho un uso irracional del uso de insecticidas y han alterado el agroecosistema particular de la zona productora.

Por lo anterior es necesario conocer cuales son las condiciones que ha favorecido el incremento de la enfermedad y establecer criterios de acorde a la implementación de nuevas estrategias de control para el manejo adecuado de la enfermedad.

En base a lo realizado en este estudio la presencia de los hongos de suelo *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* estuvo fuertemente asociada a la incidencia y severidad del síndrome, uno de los factores que influenciaron en estos, fueron las condiciones ambientales que fueron necesarias para el desarrollo de la enfermedad. En la zona de estudio en los dos ciclos evaluados se pudo observar que las condiciones fueron favorables para el desarrollo de *Fusarium oxysporum* que fue el hongo que mas asociación tuvo con la enfermedad, mientras que para el hongo *Verticillium dahliae* la asociación fue menor, esto corrobora lo estudiado por Guigón (1994) que menciona que la presencia del hongo *Verticillium dahliae* es baja para la zona productora de papa de Navidad. En ocasiones el manejo del cultivo que se tiene en la zona productora de papa puede ser participe del desarrollo de esta enfermedad

lxv Un factor que se debe de considerar es el uso irracional de

agroquímicos en general, lo que ha provocado que cada vez mas estos tengan menor eficiencia para el control de patógenos y a través del tiempo ha creado resistencia genética en algunos microorganismos así como la alteración en la microfauna benéfica en el suelo , lo que implica que hongos patógenos se hagan mas presente para provocar el desarrollo de enfermedades y en este caso intervenir en la punta morada de la papa PMP( Hoyman, 1982).

Debemos de tomar en cuenta la función del inoculo presente en el suelo ya que su acción puede estar ejerciendo un efecto mas determinante en el desarrollo de la enfermedad. El incremento de la incidencia y la severidad en las localidades de estudio tal vez de deba a un incremento en las poblaciones de los hongos *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* motivados por el frecuente cultivo de la papa y de otras especies hospederas, así como la habilidad propia de estos organismos para persistir en el suelo o reproducirse en otro tipo de hospedero utilizados en la rotación de cultivos( Hooker, 1980).

La fertilización tiene un papel importante para el incremento de la enfermedad asociadas a los hongos de estudio. En la región algunas de la formas en que se aplica el nitrógeno es como urea, nitrato, sulfato de amonio, fosfato de amonio y súper fosfato de calcio simple, estas fuentes de nitrógeno ejercen un efecto diferente sobre las enfermedades ocasionadas por hongos fitopatogenos de suelo entre ellos, los que se estudiaron en esta

lxvi investigación( Palti, 1981)

Se sabe que algunas

enfermedades provocadas por *Fusarium oxysporum* son favorecidas por el nitrógeno en forma de amonio e inhibidas por los nitratos, mientras que los marchitamientos por especies de *Verticillium* sucede lo opuesto. Por otra parte la urea aplicada como aspersion foliar ejerce una acción terapéutica sobre algunos marchitamientos por *Fusarium* al igual que los marchitamientos vasculares por *Fusarium oxysporum* son reducidos por el calcio, especialmente cuando se conjuga con el nitrato ( Chaube y Singh, 1991).

Esto comprueba lo que en la actualidad sucede en la zona productora de la región, y el desarrollo progresivo de altas incidencia de la punta morada, ya que se ha hecho un uso indiscriminado de agroquímicos y esto ha traído como consecuencia la proliferación de muchos organismos que causan el síndrome de la PMP , entre ello los hongos de suelo.

Dado lo escrito anteriormente debemos de entender que el problema de la punta morada de la papa (PMP) , es un complejo causado por diversos factores que intervienen en la manifestación de la incidencia y la severidad, por lo cual es necesario comprender las condiciones de clima y de crecimiento de cultivo, así como los requerimientos ecológicos de cada patógeno en particular que participa en el síndrome ( Zadoks y Schein, 1979) y hacerle énfasis al problema con una nueva visión que permita mejores resultados en el manejo integrado de la PMP.

#### lxvii **Pruebas de patogenicidad**

Escrito lo anterior fue necesario

realizar estas pruebas para asociar los síntomas de la PMP a los hongos de interés en este estudio ( *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* ).De acuerdo a los resultados obtenidos se demuestra que los hongos antes mencionados, se encuentran involucrados en los síntomas de la punta morada para la región de estudio.

En la técnica utilizada , la cual fue inyección al tallo las plantas inoculadas con los hongos manifestaron los síntomas de la enfermedad en diferentes expresiones, las plantas que mas manifestaron los síntomas de la enfermedad tales como foliolos morados, entrenudos cortos, achaparamiento, tubérculos aéreos, fueron aquellas inoculadas con los dos hongos esto demuestra que la asociación de hongos fitopatogenos 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).

Para el caso de hongo *Verticillium dahliae*, solo se presento un 50 por ciento de plantas con los síntomas, en cuanto a los tubérculos no presentaron pudriciones, probablemente debido a que este hongo no esta reportado como agente causal de pudriciones en tubérculos.

inoculación del hongo *Verticillium*, fueron menos expresivo que en condiciones de campo, esto probablemente se ha dado a que en campo las condiciones ambientales son muy diferentes a las de un invernadero y en campo interactúan otros organismos que son agente causales de la expresión del síntoma y juntos provocan que el desequilibrio fisiológico de la planta sea mayor.

Para el caso del hongo *Fusarium oxysporum* el 75 por ciento de las plantas inoculadas presentaron los síntomas de la enfermedad es decir, que 4 plantas inoculadas, tres presentaron los síntomas aunque los síntomas de nuevo no son tan severos como en condiciones de campo, probablemente de debió a la cantidad de inoculo utilizado y hongo no tubo las condiciones ambientales favorables para manifestarse con mayor agresividad( French, 1982). Para el caso de tubérculos de plantas inoculadas con este hongo y que presentaron el síntomas todas manifestaron un anillo vascular parecido al producido en condiciones de campo.

En general, los síntomas observados en este experimento en condiciones de invernadero, no fueron iguales que en condiciones de campo, esto probablemente a que en campo las plantas interactúan con  
Ixix mucho organismos que asociados genera un potencial desarrollo de las

enfermedades, y dado a que a esta enfermedad se le considera un síndrome tenemos que tener presente que los hongos no son los agentes principales que esta provocando con los síntomas en campo, sin embargo con esta investigación se puede demostrar que dichos patógenos si se encuentran involucrados en los síntomas de la punta morada de la papa para la región de estudio, y que pudieron haber influido factores tales como la nutrición, variaciones de temperatura, variedades, condiciones de humedad entre otros para que los síntomas fueran menos severos que en condiciones de campo o que otros organismos este interactuando con los hongos y juntos provoquen la expresión de los síntomas con mayor agresividad.

En la actualidad se debe de tener presente que la punta morada de la papa es un síndrome, y como tal debemos de hacer un manejo integral tratando de englobar todos los agentes que están interviniendo en el complejo teniendo en cuenta la interacción con el medio ambiente, ya que por el momento el manejo de esta enfermedad en la región de estudio no esta dando los resultados esperados.

## CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados, los resultados obtenidos y la discusión se puede concluir lo siguiente:

1.- La enfermedad punta morada de la papa en la región sur de Coahuila y Nuevo León asociada a hongos fitopatógenos de suelo *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* alcanza en muchos de los casos altos niveles de incidencia y severidad.

2.- Los hongos de suelo *Fusarium*

*oxysporum* y *Verticillium dahliae* , se encuentran distribuidos y asociados al síndrome de la punta morada en la región productora de papa del sur de Coahuila y Nuevo León.

3.- *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* se encuentran asociados en los síntomas de la punta morada de la papa en el sur de Coahuila y Nuevo León, siendo el primero de estos que presento mayores efectos en los síntomas de la enfermedad en condiciones de invernadero

## RESUMEN

El cultivo de la papa se adapta y puede explotarse con resultados satisfactorios desde el nivel del mar hasta los 3000msnm; a nivel nacional es una de las hortalizas de mayor importancia por su superficie sembrada, así como fuente de alimento, por la demanda económica que produce y la generación de empleos para los campesinos de las regiones donde se cultiva, actualmente en la región papera del sur de Coahuila y Nuevo León se siembra un área de aproximadamente 6000 has, ocupando a nivel nacional los primeros lugares en rendimientos por unidad de superficie.



En la región antes mencionada dichos rendimientos se ha visto afectados por diversos factores entre los que destacan por su importancia los de tipo parasitologos, siendo un problema la llamada punta morada de la papa

Por consiguiente el presente trabajo de investigación tuvo por objetivo conocer la incidencia y severidad así como determinar la asociación de los hongos *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* mediante pruebas de patogenicidad en el síndrome de la punta morada de la papa en la región sur de Coahuila y Nuevo León. Para esto se realizaron muestreos de incidencia y severidad en la región antes mencionada de síntomas de la enfermedad.

Los muestreos fueron realizados en un patrón de W donde se les determinó a 810 plantas la incidencia y severidad por lote. La incidencia de la enfermedad punta morada en la región de estudio obtuvo un nivel máximo de 93 % mientras que la severidad de la enfermedad dependió del avance de la incidencia, por lo cual fue significativamente progresiva . La asociación de los hongos *F. Oxysporum* y *V. Dahliae* fue relativamente alta para todos los lotes de observación asociados al síndrome de la enfermedad.

seleccionaron y colectaron plantas con síntomas bien definidos del síndrome de la punta morada de la papa las cuales fueron depositadas en bolsas de plástico y transportadas para su procesamiento en el laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología Agrícola de la UAAAN.

Una vez realizados los aislamientos, purificación e identificación se incrementaron los patógenos y se procedió a realizar las pruebas de patogenicidad, empleando para ello la técnica de inoculación inyección al tallo, la cual consistió en inyectar a las plantas aproximadamente a un cm de la base del tallo a una concentración de  $2.5 \times 10^6$  para la combinación de los dos hongos y  $5 \times 10^6$  para cada hongo por separado.

Las plantas utilizadas fueron desarrolladas en condiciones de *in vitro*, las cuales fueron adaptadas 15 días en la cámara bioclimática posteriormente alrededor de 10 días sembradas en bolsas de polietileno las cuales fueron inoculadas con los hongos de interés. Los síntomas de la enfermedad comenzaron a manifestarse alrededor de los 25 días después de la inoculación.

Posteriormente se realizaron los reaislamientos de los hongos encontrados en las plantas que presentaron síntomas de la punta morada de la papa y las características morfológicas que se encontraron en los hongos de estudio coincidieron con los hongos observados en los aislamientos.

## LITERATURA CITADA

Agrios, G. N. 1988. Plant Pathology. Tenth Edition. Academic Press, J NC.  
London. 803 p

Alonso, A.F. 1996. El cultivo de la patata. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España.  
272 p

lxxv Ayers, G.W. 1952. Studies on Verticillium  
Wilt of potatoes American Potato Journal  
29: 201 – 206

- Barnett, H.L. and Hunter, B.B. 1972. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. 4 th Ed. Macmillan Publishing Company, New York. 218 p.
- Beall, G. And Cannon, F. M. 1945. The cuase of purple – top of potatoes as indicated by a study of its distribution within fields. American Potato Journal 22: 363 – 368.
- 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 planta y aplicación de insecticidas . Revista Mexicana de fitopatología 3: 100 – 105
- Camacho, G. S. A., Estudios de modelos de raíces y distribución de materia seca en papa bajo condiciones de invernadero, tesis, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 1997, pags 7 – 18.
- Campbell, C.L. and L.V. Madden. 1990. Introduction to plant disease Epidemiology. John wiley y Sons Inc. 532 p
- Cepeda, S, M., La Papa , en fruto de la tierra, Trillas , México, 2003, pag251.
- Chaube, H.S. and U.S. Singh. 1991. Plant Disease Management: Principles and practices. CRC Press Inc. 319 p.
- Colyer. P.d. 1988. Frequency and pathogenecity of Fusarium spp. Associated whith seedlig diseases of cotton in Lousiana. Plan Disease 72: 400 – 402.
- French, E.R. y Herbert, T.H. 1982. Métodos de Investigación Fitopatologica. IICA. San José, Costa Rica. 289p.
- García Q., J.R. 1996. Etiología y trasmisión del obscurecimiento interno del tubérculo de papa ( *Solanum tuberosum*) para industria. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados . Montecillo, Estado de México. 65p.
- Guigon, L.C. 1994. Epidemiología de la enfermedades de la papa causadas por hongos fitopatogenos del suelo en el sur de Coahuila y Nuevo León. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 103p

- Hernandez, H. H. 2000. Asociación de los hongos *Fusarium oxysporum Schlecht* y *Verticillium dahliae Kleb* en los síntomas de la punta morada de la papa en el Sur de Coahuila y Nuevo León. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- 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
- Hooker, W.J. 1980. Compendio de enfermedades de la papa. Publ. Centro Internacional de la papa. Lima , Perú. 166p.
- Hoyman, W.G. 1982. Effect of D-D and Soilbrom – 85 on incidence of Sclerotinia stem rot potato review. Amer. Pot. J. 59: 470
- Isacc, I., Harrison, J. A.C., 1968: The syntoms and causal agents of early dying disease of potatoes. Ann. Appl. Boil., 61, 231 – 244.
- Johnson D. A. and E.R. Miliezký. 1993. Distribution and development of black dot, *Verticillium* wilt and powdery scab on Russet Burbank potatoes in Washington State. Plant disease 77; 74 – 79
- Kondo, J. 1997. Es necesario promover el consumo de la papa. 7 Congreso Nacional de Productores de Papa. Hortalizas , Frutos y Flores. 31 de Agosto.
- Larsson , M. and B. Gerhardson. 1992. Disease progression and Yield losses from root diseases causes by soilborne pathogens of spinach. Phytopathology 82; 403-406
- Maramorosch, K. 1988. potato Purple Top Wilt. Entomology Departament, Cook College, Rutgers, the State University. New Bronswich . New Jersey, U.S.A. 456 p.
- Mendoza H., J.M. 1983. Agrometeorología. Diagnostico Climático para la Zona de Influencia de la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 615p.
- Mendoza, Z.C. 1996. Enfermedades fungosas de hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 85p

- Niederhauser, J.S. 1993. International Cooperation in Potato Research and Development. *Ann. Rev. Phytopathol* 31; 1 – 21
- O'Brien, M.J. and A.E. Rich. 1979. Potato Diseases. Agriculture Handbook No. 474. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C.
- Presley, J.T. 1950. Verticillium wilt of cotton with particular emphasis on variation of the causal organism. *Phytopathology* 40: 497 – 511
- Rangel, C.V., Control de malezas para retardar el arribo de mosquita blanca en el cultivo de la papa., tesis de licenciatura, Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 1995, pag 50.
- Roberts, D.A. y Boothroyd, C. W. 1978. Fundamentos de fitopatología Vegetal. Editorial Acriba . Zaragoza, España. 392 p
- Rocha, M. D., Estudio de parámetros fitotécnicos en diferentes fechas de siembra en papa, tesis de licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 1990, pag. 104.
- Rocha, R.R. 1985, Guía para cultivar papa en el bajo. SARH. INIA, CIAB, CAEB. Celaya , Guanajuato, México. 14 p
- Rowe, R.C., 1984: Potato early dying – A serious threat to the potato industry. *Am. Potato J.*, 61, 536 – 537
- Sampson, P. J., 1980: Infection of Kennebec potato with verticillium albo – atrum. *Aust. J. Agric. Res.*, 31, 525- 532
- Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos ( SARH), “Cultivos de Hortalizas”, INIFAP, Boletín técnico informativo, num. 5, México, 1994.
- Smith, I.M., Dunez, J., Lelliott, R.A. Phillips, D. H y Archer, S.A. 1992. Manual de enfermedades de las plantas . Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 671
- Walker, J. C. 1968. Plant pathology. 3<sup>th</sup> Edithion. Megraw – Hill, New York. 819p.
- Zadoks, J.C. and R.D. Schein. 1979. Epiemiology and Plant Disease Management. Oxford Univ. Press. New York. 427 p.

PAGINAS GEB VISITADAS

<http://www.siea.sagarpa.gob.mx/infomer/análisis/Anpapa>

## APENDICE

**ANÁLISIS DE VARIANZA PARA REGRESIÓN LINEAL ENTRE DÍAS  
DESPUÉS DE LA SIEMBRA E INCIDENCIA EN EL LOTE EL POLEO.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FE</b>	<b>PROB</b>
<b>Reg</b>	<b>1</b>	<b>1666.2</b>	<b>1666.2</b>	<b>157.1</b>	<b>0.001**</b>
<b>Error</b>	<b>4</b>	<b>42.4</b>	<b>10.6</b>		
<b>Tot</b>	<b>8</b>	<b>1708.6</b>			

lxxix  $R^2 = 0.9752$

**R= 0.987**

**ANÁLISIS DE VARIANZA PARA REGRESIÓN LINEAL ENTRE DÍAS  
DESPUÉS DE LA SIEMBRA E INCIDENCIA N EL LOTE HUACHICHIL 1**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FE</b>	<b>PROB</b>
<b>Reg</b>	<b>1</b>	<b>6254.6</b>	<b>6259.6</b>	<b>49.2</b>	<b>0.003**</b>
<b>Error</b>	<b>4</b>	<b>507.9</b>	<b>126.9</b>		
<b>Tot</b>	<b>5</b>	<b>6767.5</b>			

**R<sup>2</sup>= 0.9249**

**R= 0.9617**

**ANÁLISIS DE VARIANZA PARA REGRESIÓN LINEAL ENTRE DÍAS  
DESPUÉS DE LA SIEMBRA E INCIDENCIA N EL LOTE HUACHICHIL 2**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FE</b>	<b>PRO</b>
<b>Reg</b>	<b>1</b>	<b>5696.2</b>	<b>5696.2</b>	<b>199.1</b>	<b>0.001**</b>



<b>Error</b>	<b>4</b>	<b>114.3</b>	<b>28.5</b>		
<b>Tot</b>	<b>8</b>	<b>5810.6</b>			

$$R^2 = 0.9803$$

$$R = 0.99$$

**ANÁLISIS DE VARIANZA PARA REGRESIÓN LINEAL ENTRE DÍAS  
DESPUÉS DE LA SIEMBRA E INCIDENCIA N EL LOTE EL PRADO.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FE</b>	<b>PRO</b>
<b>Reg</b>	<b>1</b>	<b>5062.6</b>	<b>5062.6</b>	<b>69.1</b>	<b>0.002**</b>
<b>Error</b>	<b>4</b>	<b>292.8</b>	<b>73.2</b>		
<b>Tot</b>	<b>8</b>	<b>5355.5</b>			

$$R^2 = 0.9453$$

$$R = 0.972$$

**COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE RANGOS DE SPEARMAN EN  
RELACIÓN A DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA CON SEVERIDAD.**

LOTE	RS	P
POLEO	0.971	0.0012
HUACHICHIL	0.971	0.0012
HUACHICHIL 2	0.9250	0.008
PRADO	0.971	0.0012

**ANALISIS DE VARIANZA EN BLOQUES COMPLETAMENTE AL AZAR  
PARA PRUEBAS DE PATIGENICIDAD EN CONDICIONES DE  
INVERNADERO**

Patógenos	Aparición de síntomas ( días)	Incidencia
<i>F.oxysporum</i> + <i>V. dahliae</i>	25	100 A*
<i>F. oxysporum</i>	35	75 A
<b>V. dahliae</b> <b>35</b>		50 AB
Testigo	---	0 B

Tukey ( P= 0.05 %) C.V 36.22%

**PATOGENOS % E INCIDENCIA EN % EN LA ZONA SUR DE COAHUILA  
Y NUEVO LEON.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>PF</b>
<b>Reg</b>	<b>1</b>	<b>5426.105975</b>	<b>5426.105975</b>	<b>73.0102</b>	<b>0.000</b>
<b>Error</b>	<b>10</b>	<b>743.197850</b>	<b>74.319785</b>		
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>6169.303825</b>			

Coeficiente de determinación = 0.8795