

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**



Factores abióticos y su relación con la incidencia, severidad y síntomas de la punta morada de la papa.

Por:

ALERMO LÓPEZ GARCÍA

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Buena vista, Saltillo, Coahuila, México

Junio 2007

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA

Factores abióticos y su relación con la incidencia, severidad y síntomas de la punta morada de la papa.

PRESENTADO POR

ALERMO LÓPEZ GARCÍA

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN PARASITOLOGIA

Aprobado por:

Presidente del jurado

Sinodal

Dr. Abiel Sánchez Arizpe

Dr. Alberto Flores Olivas

Sinodal

Sinodal

M. C. Emilio Padrón Corrales

M. C. Vidal Hernández García

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

M. C. Arnoldo Oyervides García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Junio de 2007 .

DEDICATORIA

La realización de este trabajo representa la culminación de mis estudios profesionales, por lo que deseo dedicarlo con todo mi amor, respeto y admiración a quienes se esforzaron por brindarme todo su apoyo y comprensión he cumplido mi mas anhelo sueño.

A MIS PADRES

ISAÍAS LÓPEZ VELASCO. A ti por ser el padre mas maravilloso del mundo que me ha dado Dios, por ser uno de los mejores agricultores que día a día trabajas bajo el sol para apoyarme y brindarme todo lo necesario para que no sufriera y no me faltara nada, a través de tus esfuerzos, sufrimientos me has dado la dicha de terminar mi carrera como profesional que es una etapa mas de mi vida, al que siempre estaré agradecido por brindarme el legado mas preciado que un padre puede dar aun hijo, por ello quiero decirte mil gracias por este maravilloso regalo y que nuestro creador te cuide siempre. TE QUIERO MUCHO PAPA.

GUADALUPE GARCÍA HERNÁNDEZ. A ti por ser la madre mas hermosa ya que me diste la vida, la dicha de compartir momentos maravillosos, por que siempre me has tenido la paciencia que sin pedirte nada a cambio haz hecho de mi hombre de bien con tus consejos y sobre todo por brindarme tu gran amor de madre el cual siempre contare con tu apoyo para verme triunfar, gracias por que en tus oraciones estoy presente, por tus desvelos y por tus lagrimas que alguna vez derramaste cuando no estoy contigo que Dios te bendiga. GRACIAS MAMA

A MIS HERMANOS

Con todo cariño y afecto por esos momentos inolvidables que hemos pasado juntos alegrías y tristezas espero no defraudarlos y cumplan sus sueños.

Arón

A él por que siempre he contado con su cariño, amistad y sabiduría.

Yenelvi

A ella por que desde que llego al mundo fue y será siempre la consentida de la familia y por brindarme su cariño y amistad.

A MIS ABUELITOS

CIRO LÓPEZ TRUJILLO (†). A ti por que siempre fuiste muy lindo conmigo, por darme consejos para hacerme de un hombre de bien, se que dejaste un gran vacío en mi vida pero siempre quedara tus recuerdos en mi corazón y en mi s pensamientos siempre te recordare ahora y por toda la vida. GRACIAS ABUELITO

MARIA VELASCO MORALES. A ti abuelita por brindarme tu cariño incondicional además de tus consejos que me han sido de utilidad gracias por tus oraciones porque en ellos siempre pides mi felicidad no se como agradecerte pero siempre tendrás mi cariño que Dios te bendiga siempre. GRACIAS ABUELITA.

RICARDO GARCÍA VÁZQUEZ (†). A ti a pesar de que por azares del destino no me pudiste verme, ni sonreír y no poder recibir tu cariño se que desde el cielo siempre velas por mi y se que si estuvieras a mi lado estarías orgulloso de mi.

MERCEDES HERNÁNDEZ VELASCO. A ti a pesar de la poca comunicación que hemos tenido siempre te querré, además se que tengo tu cariño y en tu corazón estoy que Dios siempre te cuide. TE QUIERO ABUELITA.

A MIS TIOS

A ustedes por apoyarme siempre tanto en lo económico y en lo moral, que a pesar de pequeños problemas que hay en la familia siempre estamos unidos y por los momentos que hemos compartido, gracias a todo ustedes especialmente: Roselin y Caralampia, Rubén, Odilia, Álvaro y Hilda, José Luis y Clara Elena, Humberto y Evangelina, Noé y Antonia, Flor, Silvia, Ismael, Fernando y Estela.

A MIS PRIMOS

Que de una y otra forma siempre hemos estado juntos compartiendo tristezas y alegrías, gracia por su apoyo especialmente: Susy, Lucy, Uvi, Ady, Rox, Grisi, Paty, Alex Andoni, Fany Yaneth, Willy, Dania Daily, Brayan.

AGRADECIMIENTO

A DIOS por brindarme la vida y guiarme en un buen camino, por darme la sabiduría y conocimiento necesario para prepararme cada día, por escucharme en mis oraciones y estar siempre conmigo.

Al Dr. ABIEL SÁNCHEZ ARIZPE. Por su gran ayuda incondicional y por su confianza para la realización de este trabajo y aportando tantos conocimientos que demostró a lo largo de mis estudios

Al Dr. ALBERTO FLORES OLIVAS. Por el apoyo brindado en la realización de este trabajo y sugerencias.

Al M.C. VIDAL HERNÁNDEZ GARCÍA. Por su gran disponibilidad y la confianza que deposito en mí para la realización de esta investigación y por sus sugerencias brindadas.

Al M.C. EMILIO PADRÓN CORRALES. Por sus sugerencias y disponibilidad brindada en la realización de este trabajo.

A mis Amigos que de una u otra forma me han ayudado para la culminación de este trabajo especialmente; Roselin, Rosemberg, Jorge, Miguel Ángel, Alexander, Ochoa, Alejandro, Eduardo, Gonzalo, Uñ Moo, Fernando Ines, Rafael, Raúl, Juan Carlos, Feriberto, Cristóbal, Elmer, Alonso, Belisario y Carmen.

Con cariño a la UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO, por haberme abierto las puertas, por brindarme todos los sabios conocimientos para poder culminar mi carrera profesional.

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

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

INDICE DE CONTENIDO

	Páginas
Dedicatoria.....	I
Agradecimiento.....	IV
Índice de cuadros.....	VI
Índice de figuras.....	VII
Introducción	1
Justificación.....	3
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
Revisión de literatura	4
Origen de la papa.....	4
Utilización.....	5
Importancia.....	5
Generalidades botánicas de la planta.....	7
Crecimiento y desarrollo del cultivo.....	7
Enfermedades de la papa.....	8
Síndrome de la punta morada de la papa.....	8
Agente causal.....	10
Sintomatología.....	11
Tubérculos.....	12
Plantas.....	12
Fitoplasmas.....	13
Factores abióticos en las enfermedades de las plantas	14
Temperatura.....	14

Humedad relativa.....	15
Luz.....	16
Cuantificación de la enfermedad	17
Materiales y métodos	19
Incidencia y severidad.....	19
Parámetros meteorológicos.....	20
Análisis estadístico.....	20
Resultados y Discusión	21
Resultados.....	21
Discusión.....	35
Conclusión	36
Literatura citada	37
Apéndice	42

ÍNDICE DE CUADROS

Páginas

Cuadro 1: Escala cualitativa del Síndrome punta morada de la papa UAAAN 2005.....	19
Cuadro 2. Análisis de varianza para la respuesta de incidencia en el Síndrome de punta morada de la papa en 5 lotes de la región papera de Coahuila y Nuevo león, 2005.....	21
Cuadro 3. Análisis de varianza para la respuesta de severidad en el Síndrome de la punta morada de la papa 5 lotes de Coahuila y Nuevo León 2005.....	22
Cuadro 4. Análisis de varianza respecto al parámetro de la temperatura máxima promedio en los 5 lotes de la región papera de Coahuila y Nuevo León 2005.....	24
Cuadro 5. Análisis de varianza respecto al parámetro de la temperatura mínima promedio en los 5 lotes de la región papera de Coahuila y Nuevo León 2005.....	24
Cuadro 6. Análisis de la varianza del parámetro de la humedad relativa con los 5 lotes de la región papera de Coahuila y Nuevo León 2005.....	25
Cuadro 7. Análisis de correlación múltiple entre todas las variables y parámetros analizados.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1: Síntoma de punta morada de la papa hojas.....	11
Figura 2. Manchado interno en tubérculos.....	12
Figura 3. Comparación de medias de la varianza en etapas fenológicas de la variable de respuesta Incidencia del Síndrome de la punta morada en 5 lotes de papa de la región de Coahuila y Nuevo León 2005.....	22
Figura 4. Comparación de medias de las etapas fenológicas de la variable de respuesta de la severidad del Síndrome de punta morada de la papa en 5 lotes de papa de la región papera de Coahuila y Nuevo León 2005.....	23
Figura 5. Comparación de medias del parámetro temperatura máximas y mínimas promedio en 5 lotes de papa de Coahuila y Nuevo León 2005.....	25
Figura 6. Comparación de medias del parámetro Humedad relativa en 5 lotes de estudio de la región papera de Coahuila y Nuevo León 2005.....	26
Figura 7. Comparación de la incidencia con el índice de la temperatura máxima promedio por humedad relativa promedio.....	27
Figura 8. Incidencia y Severidad del síndrome de punta morada de la papa variedad Gigant en San Antonio las Alazanas, Municipio de Arteaga, Coahuila 2005.....	31
Figura 9. Incidencia y Severidad del síndrome de punta morada de la papa variedad Gigant en Emiliano Zapata, Municipio de Arteaga, Coahuila 2005.....	32
Figura 10. Incidencia y Severidad del síndrome de punta morada de la papa variedad Gigant en San Rafael I, Municipio Navidad, Nuevo León del 2005.....	32

Figura 11. Incidencia y Severidad del síndrome de punta morada de la papa variedad Gigant en San Rafael II, Municipio de Navidad Nuevo León, 2005.....33

Figura 12. Incidencia y Severidad del síndrome de punta morada de la papa variedad Gigant en El Cristal, Municipio de Navidad, Nuevo León. 2005.....34

Introducción

En los últimos años la enfermedad “Punta Morada” causado por un fitoplasma, es considerada como el factor más importante de la producción de papa en México. Por mucho tiempo esta enfermedad 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 visto como daño de *Fusarium*. En estados unidos lo reportan como daño de una toxina transmitida por *Bactericera cockerilli* Sulc (Salazar, 1996).

El problema de punta morada inicia con la siembra de semilla tubérculo infectada por el fitoplasma. Se trata de la enfermedad de mayor impacto en la cadena de la papa, sobre todo cuando infecta antes del vaciado o tuberización, causando fuertes pérdidas de rendimiento y afectando mucho la calidad de los tubérculos pues su tamaño es menor y no fríen bien (Bayer, 2006).

En 1953 se registro incidencias del 20 al 75% de la semilla al no producir plántulas normales debido a la condición de brote que se desarrollaba en los lotes de semilla infectada con punta morada, se comenzó asociar con los síntomas de la enfermedad, el desarrollo de tubérculos secundarios pequeños que no producían plántulas y las necrosis en los tubérculos. Por transmisión están involucrados una o mas especies de chicharritas designado como *Mascrosteles divisus*. A esta enfermedad ha sido catalogada como la segunda enfermedad de mayor importancia después del tizón tardío. (Martínez -Soriano, 1999).

Durante los años del 2003 y 2004, la incidencia de esta enfermedad se incremento considerablemente, llegando al 100% en algunas áreas productoras de papa, como ocurrió en el sur de Coahuila y Nuevo León donde las perdidas fueron millonarias, ya que el rendimiento se redujo hasta en 90% en algunos lotes, con perdidas hasta 100% ya que los tubérculos sufrieron un manchado interno por lo que perdieron su valor comercial. (Flores *et al.*, 2004).

En los últimos años el cultivo de la papa ha sido afectado por un complejo de agentes causando el síndrome de punta morada de la papa, enfermedad que se considera que es ocasionado por varios factores, entre los cuales se cree que, además de factores bióticos, los abióticos se encuentran involucrados, y que probablemente puede ser un factor primario. Este síndrome, ocasiona de manera directa la mala calidad de los tubérculos al inducir una acumulación de metabolito, ocasionando un manchado interno que los hace inadecuado para la industria (García-Quijano, 1996; Cadena-Hinojosa, 1996)

Justificación

El cultivo de la papa es de gran importancia, en cuanto a consumo y costos de producción, por el cual es importante estudiar la enfermedad “Punta Morada de la Papa” que ha provocado perdidas considerables de rendimiento y calidad en la producción de este cultivo en las localidades donde se siembran. Debido a que no se ha definido claramente lo que ocasiona esta enfermedad, se realizo el presente trabajo de investigación con la finalidad de identificar los posibles factores abióticos involucrados en la epidemia.

Objetivo

- Estudiar la relación de la temperatura y humedad relativa con la incidencia y severidad en el síndrome de Punta Morada de la papa en cada etapa fenológica.

En base al Objetivo planteado anteriormente se desarrollan las siguientes:

Hipótesis

1. Al menos un parámetro climático esta relacionado directamente con la enfermedad.
2. La incidencia y severidad se incrementa cuando existe condiciones adecuadas de los factores abióticos en determinado tiempo.

Revisión de literatura

Origen de la papa

La Papa (*Solanum tuberosum* L.) es una planta dicotiledónea que pertenece a la familia solanácea, originaria de la región andina en Sudamérica fue domesticada y cultivada por las civilizaciones preincaicas e incaicas miles de años antes de la llegada de los conquistadores españoles en 1537. (Vavilov, 1951, Montaldo, 1984; Horton 1987).

La papa tiene mas especies silvestres que cualquier otro cultivo. Estas especies están ampliamente distribuidas, desde la región suroeste de los estados (Nebraska y Colorado hasta el extremo del sur de los Andes). Existen dos centros de biodiversidad de especies silvestre, uno en la región central de México y otro en la región alta Andina, desde Perú hasta el noroeste Argentino, según El botánico ingles John Gregory. (Hawkes, 1990).

Hawkes (citado por Montaldo, 1984), manifiesta que la región del lago Titicaca es el centro de origen de la papa cultivada porque existen en este lugar gran número de especies, lo mismo que variedades cultivadas; ahí nació la agricultura más primitiva basada en el cultivo de la papa y otras plantas tuberosas.

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 Europa por los conquistadores españoles y finales del siglo XVI, de donde se extendió al mundo en pocos siglos. Una vez distribuida mundialmente ha sido muy útil como alimento humano.

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, papas 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

El cultivo de la papa ocupa el cuarto lugar en producción a nivel mundial; es una hortaliza importante, no solo por la superficie que se dedica a su cultivo, sino por la cantidad de carbohidratos que aporta a la alimentación humana, sie ndo superada únicamente por el maíz, trigo y arroz. La papa tiene importancia porque produce

mayor cantidad de alimento por unidad de superficie que cualquier cereal, (Biachini, citado por Rascon, 1999).

En México, el consumo per cápita de papa es de 12.3Kg. Sin embargo comparado con el de otros países como Estados Unidos 58.4Kg. Holanda 58.8Kg, resulta relativamente bajo; la papa ocupa el sexto lugar de importancia como alimento de los mexicanos, reconociendo que es uno de los cultivos más rentables pero también uno de los cultivos hortícolas más afectados por las enfermedades. (Rangel, 1995).

Aunque la tecnificación de este cultivo en México es relativamente reciente ya se encuentra en muy buen nivel con producciones que alcanzan las 25 – 30 ton/ha comerciales, en el área de influencia de la UAAAN misma que comprende municipios de los estados de Coahuila y Nuevo León (Cepeda y Gallegos 2003).

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. Además constituye una fuente importante que genera empleos para los trabajadores agrícolas que abarcan todas las labores de cultivo y de postcosecha como cargadores, transportistas y comerciantes (Rocha, 1985).

Generalidades botánicas de la planta

La papa es una planta herbácea, dicotiledónea y anual. Produce tallos aéreos y subterráneos; los primeros de 0.5 a 10 cm. de largo; presenta hojas compuestas e inflorescencia terminal en racimos con flores perfectas de colores diversos pudiendo ser blancas, amarillas y púrpura de acuerdo con la variedad, el fruto es una baya redonda y pequeña de 1-3 cm. de diámetro que contiene gran cantidad de semillas. (Edmon, 1989).

Crecimiento y desarrollo del cultivo

El crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de la papa son fenómenos que se ven influenciados por factores tales como las condiciones del suelo, condiciones climáticas, prácticas culturales, la presencia de plagas, de tal manera que si todos estos factores influyen de manera positiva sobre el cultivo se obtendrá un buen crecimiento, un desarrollo adecuado y rendimiento aceptable. (Benoit y Grand, 1980)

En el inicio de la tuberización, el follaje es el principal usuario de los asimilatos, sin embargo desde el inicio de la tuberización existe un mayor flujo de estos hacia los estolones y tubérculos en formación (Moorby, 1978). De esta manera del 75 a 85 % del total de materia seca producida por la planta es acumulada en los tubérculos. (Cutter, 1978).

Enfermedades de la papa

Con el cultivo de la papa nace el estudio de las enfermedades de las plantas ocasionado por la epidemia del tizón tardío *Phytophthora infestans* que azotó Europa desde 1842. Tuvo su máxima expresión en 1845-1846, e hizo perder la totalidad de las cosechas, provocando la muerte de miles de campesinos del norte de Europa (Montaldo, 1984).

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

Los virus constituyen un gran problema fitosanitario; en México, los virus más importantes son el virus X de la papa (PVX), el virus Y de la papa (PVY), el virus del enrollamiento de la papa (PLRV), los cuales afectan el rendimiento hasta 100% provocado por un alto grado de infección o por presencia de dos o más virus en la misma planta. (Báez- Pérez, 1983).

Punta morada de la papa

Martínez-Soriano (1999) menciona que desde hace mucho tiempo los agricultores han tenido conocimiento de la enfermedad punta morada de la papa.

Hace referencia ha Kunkel quien en 1926 describió perfectamente la primer enfermedad de este tipo aunque inicialmente la asocio a patógenos virales.

Guigon (1994) señala que en las regiones de Coahuila, Nuevo León se 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 los tubérculos en las yemas axilares.

A fines de 1950 todavía se consideraba a la enfermedad como causada por virus y varios autores la situaban como el principal problema de origen viral de las papas que causaba perdidas directas en el Bajío (Guanajuato), la mesa central y la región de Navidad Nuevo León (Macedo, yerkes y col, citado por Martínez, 1999) aunque en la actualidad se han encontrado otros agentes causales de dicha enfermedad como hongos de suelo.

En México la enfermedad punta morada de la papa fue mencionada por primera vez por Niederhauser y Cervantes en 1956 y observada en el valle de Toluca, en las cercanías del Nevado de Toluca, en Guanajuato, Michoacán y en los estados de Puebla y Tlaxcala (Cadena y Galindo, 1985)

Esta enfermedad se asocia a síndromes en el follaje y al brote de hilo es observado durante la germinación del tubérculo. El brote de hilo ha causado

recientemente muchos estragos al pasar desapercibido en tubérculos aparentemente sanos que no germinan o lo hacen muy pobremente cuando se usan como semilla (Martínez-Soriano y col. 1999).

Cazares-Méndez *et al.* (2003) menciona que las plantas de papa afectadas presentan alteraciones fisiológicas que disminuyen la calidad y rendimiento de los tubérculos además, dichos tubérculos no se pueden utilizar como semilla y que en la actualidad esta afecta negativamente el rendimiento y la calidad del producto.

Agente Causal

Por mucho tiempo fue diagnosticada en todo el mundo como virosis; en algunos países se considera como problema nutricional, enmascarando los síntomas con la aplicación de fertilizantes foliares; también, como daño de *Fusarium oxysporum* (García, 1996).

En la actualidad, está comprobado que la punta morada es causada por un fitoplasma, transmitido únicamente por chicharritas (*Macrosteles fascifron*) y Psillidos (*Bactericera cockerelli*), que se encuentra presente en las células cribosas del floema y aparentemente en raras ocasiones, en células del parénquima floemático de las plantas infectadas según reporta (Salazar, 1996).

Sintomatología

Los síntomas de la enfermedad aparecen aproximadamente a los 45 y 60 días después de la siembra. Los primeros síntomas aparecen en los brotes terminales y en las hojas (Figura 1), estas se enrollan y toman un color morado de donde la enfermedad recibe su nombre. Es común observar en algunos casos la aparición primero de una tonalidad amarilla en la parte aérea de la planta, posteriormente adquiere un color morado (Cadena y Galindo, 1985).

A medida que avanza la enfermedad, la planta detiene su crecimiento y desarrollo, 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, la planta enferma toma al final una apariencia de marchitez con un tono amarillo a morado apagado y muere prematuramente (Cadena y Galindo, 1985).



Figura 1: Síntoma de la punta morada de la papa en hojas

Tubérculos

En los tubérculos infectados, se observa un rayado generalizado o conocido como papa manchada (Figura 2), estas rayas o manchas pueden ser leves o cubrir totalmente el interior del tubérculo; los tubérculos infectados, con síntomas o asintomático, 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).



Figura 2. Manchado interno en tubérculos

Plantas

Las plantas pueden manifestar la enfermedad desde los 40 días después de la emergencia, dependiendo la fecha de infección y las condiciones de nutrición, así como humedad. Muestran acortamiento entre nudos y morado en los márgenes de las hojas apicales principalmente proliferación de brotes axilares con una hinchazón (Flores *et al.*, 2004).

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 o morado apagado y muere prematuramente (Cadena y Galindo, 1985).

Fitoplasmas

Los fitoplasmas son organismos unicelulares, procarióticos, pero sin la pared celular, submicroscópicos pero más grandes que los virus. Estos se desarrollan dentro del floema de la planta, de donde se alimentan los insectos vectores. El fitoplasma se trasloca al tubérculo en donde provoca la transformación de los almidones en azúcar, por lo que al freír las papas se caramelizan adquiriendo una coloración oscura con apariencia de haberse quemado. (Bayer, 2006).

Martínez-Soriano cita a Wright, quien menciona que los fitoplasmas, en una sección transversal, aparecen como cuerpos pleomórficos con un diámetro promedio de 50 a 1000 nm. Pero los resultados de secciones seriales de elementos cribosos de tejidos infectados con fitoplasmas demostraron que muchos son filamentosos, a veces bifurcados, carentes de pared celular y rodeados de una unidad de membrana de 95 a 100 Åmperes de espesor (Lee, *et al.*, 2000).

Factores abióticos en las enfermedades de las plantas

Temperatura

Durante el crecimiento, el cultivo de la papa requiere una variación en la temperatura ambiente. Después de la siembra la temperatura debe subir hasta 20 °C para que la planta se desarrolle bien. Luego se necesita una temperatura alta para un buen crecimiento del follaje; aunque no debe de pasar de los 30 °C durante el desarrollo de los tubérculos es importante que la temperatura se encuentre entre los 16 y 20 °C (SEP, 1982).

En los últimos avances en el estudio del clima han identificado que la variabilidad interanual de la temperatura de las aguas superficiales del Océano Pacífico Ecuatorial se encuentra correlacionada con la incidencia y persistencia de anomalías atmosféricas regionales y globales en varias regiones del planeta. Tal es el caso que un sobre calentamiento de las aguas del Pacífico Ecuatorial y cuando esto sucede los patrones globales de precipitación y temperatura son alterados. La severidad de esta anomalía climática afecta de manera directa la economía de los países, a través de los daños de la agricultura, recursos naturales, afectando a la agricultura así como por los incendios forestales. (Tizcareño, M. 1998).

Las plantas y los patógenos requieren de cierta temperatura mínimas para poder desarrollarse y efectuar sus actividades. Sin embargo con la llegada de las temperaturas altas, los patógenos vuelven a la actividad y cuando otras condiciones

son favorables, tienen la posibilidad de infectar a las plantas y producir enfermedad (Agrios, 1988).

El efecto de la temperatura sobre el desarrollo de una determinada enfermedad después de haberse producido la infección, depende de la relación particular que se establezca entre el patógeno y su hospedante. El desarrollo más rápido de una enfermedad, o sea, el tiempo más breve que se requiere para que concluya el ciclo de una enfermedad, habitualmente se produce cuando la temperatura es óptima para el desarrollo del patógeno y cuando se encuentra por arriba o por debajo de ese óptimo para el desarrollo del hospedante. (Agrios, 1988).

Al existir altas temperaturas, al parecer inactivan algunos sistemas enzimáticos y aceleran otros, lo cual origina reacciones bioquímicas anormales y la muerte de células, además proporciona la coagulación y desnaturalización de las proteínas, el rompimiento de las membranas citoplasmáticas, la sofocación y posiblemente también la liberación de productos tóxicos en la célula y puede haber una mala traslocación de nutrientes en toda la planta (Colhoun, 1997).

Humedad relativa

La humedad al igual que la temperatura, influye sobre el inicio y desarrollo de las enfermedades infecciosas de las plantas a través de varios mecanismos interrelacionados. Puede presentarse en forma de lluvia o agua de riego sobre la superficie de la planta o entorno a las raíces de esta, como humedad relativa en la

atmósfera y como roció. El efecto más importante de la humedad al parecer se centra sobre la germinación de las esporas de los hongos y sobre la penetración sobre el tubo germinativo en el hospedante. La humedad en forma de salpicadura de lluvia y agua corriente tiene también una importante función sobre la distribución y diseminación de muchos de esos patógenos sobre la misma planta o de una a otra. Finalmente, la humedad influye sobre las enfermedades al incrementar susceptibilidad de las plantas hospederas, aumentando así de manera considerable a ciertos patógenos. (Agrios 1988).

La humedad y la temperatura cuando son inadecuadas a las plantas, pueden predisponerlas a contraer enfermedades, pero las localidades no tienen todo un clima uniforme, pues varia de una a otras, así la gravedad o benignidad de una enfermedad es diferente en las diversas regiones. Una enfermedad puede ser muy destructiva en determinada región, por existir condiciones ambientales favorables al desarrollo de esa enfermedad, en cambio en otra, la misma enfermedad se presentaría con poca o ninguna destructividad, por no encontrar las condiciones ambientales requeridas a su desarrollo (Rodríguez, 1969).

Luz

El tubérculo no requiere luz para brotar, sin embargo, cuando la planta emerge necesita bastante luz para su desarrollo; las temperaturas altas durante mucho tiempo reducen la producción (SEP 1982).

Todas las especies y variedades de papa crecen más en días largos y disminuyen su crecimiento cuando los días se acortan. Sin embargo, esta condición no es muy marcada. Donde el largo de los días es casi igual todo el año y donde el factor temperatura parece sobreponerse al fotoperiodo. La papa, como regla general, florece más abundante mente cuando los días son más largos. En el trópico se ha observado que esta condición es modificada por la calidad de la luz y por la temperatura. (Montaldo, 1984).

Cuantificación de la enfermedad

Las formas más comunes para cuantificar una enfermedad es evaluando la incidencia y la severidad (Cambell y Madden 1990).

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 más precisa y reproducible que otras mediciones cuantitativas. En la práctica las estimaciones de la incidencia ha sido más usadas en enfermedades sistémicas o en casos en los que las plantas enfermas representan pérdidas 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 muy 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 perdidas (Gaunt, 1987).

Las escalas están expresadas en números, son descripciones verbales y numéricas de rangos de severidad; en si la función de la escala es simplificar las cosas. La necesidad de cuantificar las enfermedades ha sido reconocida como requisito para realizar estudios regionales, epidemiológicos y para la estimación de perdidas atribuyendo a la provisión en la estimación de estos últimos una deficiente evaluación de enfermedades (Gaunt, 1987; Kranz, 1988).

El conocimiento de la incidencia y severidad ha adquirido mayor importancia conforme la economía de la agricultura ha requerido decisiones mas criticas a todos los niveles. Instituciones públicas y privadas usan esta informa ción para evaluar sus programas de investigación y para la asignación de recursos; productores y asesores lo aplican para la toma de desiciones (Chaube y Singh, 1991).

Materiales y método

El presente trabajo de investigación se realizó en la zona papera del sur de Coahuila y Nuevo León en el ciclo primavera, verano del 2005.

Se seleccionaron 5 lotes de cuatro localidades paperas de Coahuila -Nuevo León; en los que se sembró papa de la variedad Gigant. Los lotes se ubican en los ejidos San Antonio las Alazanas (SAA), Emiliano Zapata (EZ), San Rafael (SRFI y SRFII) y el Cristal (EC) todos ellos cercanos a estaciones climatológicas, establecidas por Comité Estatal de Sanidad Vegetal Coahuila (CESAVECO).

Incidencia y severidad.- Para determinar la incidencia del Síndrome de Punta Morada de la Papa (SPMP), en los lotes se muestrearon sistemáticamente, haciendo un recorrido en forma de W en cada etapa fenológica del cultivo: Surco verde (SV), Surco cerrado (SC), Floración (F), Madurez (M) y Cosecha (C). Se muestrearon 9 puntos y en cada uno se examinaron 10 plantas, teniendo un total de 90 plantas por lote, como el 100%.

La severidad del síndrome se evaluó en los mismos puntos empleando una escala arbitraria de clasificación progresiva de la enfermedad diseñado por Hernández, *et. al*/2006 (Cuadro 1).

Cuadro 1: Escala cualitativa del Síndrome punta morada de la papa UAAAN 2005.

Grado de Severidad	Descripción de síntomas
1	Ausencia de la enfermedad
2	Aparición de tonalidad amarilla en la parte aérea de la planta
3	Producción de brotes anormales de las yemas axilares y engrosamiento de tallos y acortamiento de los entrenudos.
4	Parte aérea de la planta presenta enrollamiento de los folíolos y toman un color morado y producción de tubérculos aéreos.
5	Marchitez de la planta con un tono amarillo a morado, necrosis vascular en tallos y muerte prematura.

Parámetros meteorológicos. Se registraron los siguientes parámetros meteorológicos en forma diaria. Temperatura (°C) máximas, mínimas y humedad relativa (%).

Análisis estadístico. Se analizaron los datos de T y HR (105 datos c/u), por medio de un diseños completamente al azar para saber la diferencia significativa para cada lote. También se utilizo un diseño de bloque al azar para las variables i ncidencia y severidad con datos originales, para ver si existía diferencia significativa entre lotes y se hicieron prueba de medias para saber la diferencia significancia entre etapas fenológicas, esto se analizo utilizando el programa de la Universidad de Nuevo León.

Se hizo una correlación múltiple para analizar parámetros y variables y ver cuales se relacionaban, utilizando un promedio de 25 datos para cada lote; donde la incidencia y severidad se transformo con raíz cuadrada de arco seno $\sqrt{x+1}$ para ajustarlas a una distribución casi normal, esto se realizo con el programa de JMP.

Resultados y Discusión.

Resultados.

De acuerdo al análisis de varianza para la variable de respuesta de incidencia no se encontró diferencia significativa entre las localidades, pero si se encontró entre surco o bloques, ($P < 0.01$) de acuerdo al coeficiente de variación de los datos tomados del experimento resulto confiable, ya que esta dentro de un porcentaje tolerante como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Análisis de varianza para la respuesta de incidencia en el síndrome de punta morada de la papa en 5 lotes de papa de la región papera Coahuila y Nuevo León, 2005.

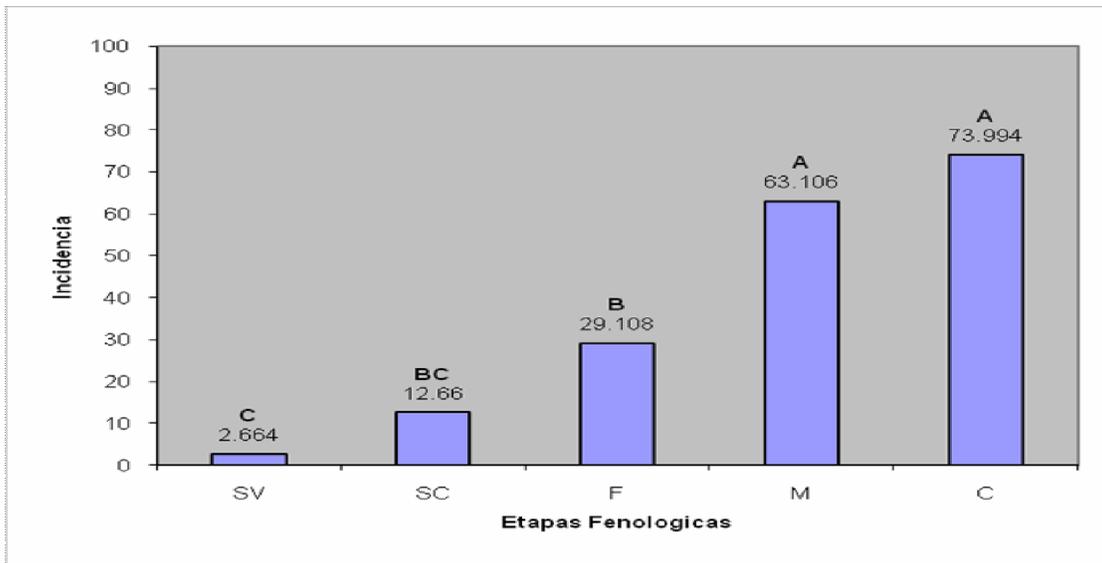
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT.	4	687.691406	171.922852	2.0976	0.128NS
BLOQUES	4	19406.777344	4851.694336	59.1934	0.000**
ERROR	16	1311.414063	81.963379		
TOTAL	24	21405.882813			

C.V. = 24.94%

NS: No significativo.

** Significativo al 1%.

Al comparar las medias nos indica que hay diferencia significativa entre etapas fenológicas, así como muestra el surco verde (SV), es de menor incidencia, le sigue el surco cerrado (SC) y floración (F), esta última, es cuando aumenta la enfermedad al igual que la madurez (M) y cosecha (C) que son los que presentan mayor incidencia, esto con un 99% de confianza, como se muestra en la Figura 3.



SV: surco verde; SC: Surco cerrado; F: floración; M: madurez; C: cosecha

Figura 3. Comparación de medias de la varianza en etapas fenológicas de la variable de respuesta Incidencia del Síndrome de la punta morada en 5 lotes de papa de la región de Coahuila y Nuevo León 2005.

Al obtener los resultados de la variable de respuesta severidad, que se presentaron entre los cinco lotes estudiados no se encontraron diferencia significativa pero si en las etapas fenológicas ($P < 0.01$), además el coeficiente de variación de los datos tomados es confiable de acuerdo al Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis de varianza para la respuesta de severidad en el Síndrome de la punta morada de la papa 5 lotes de Coahuila y Nuevo León .

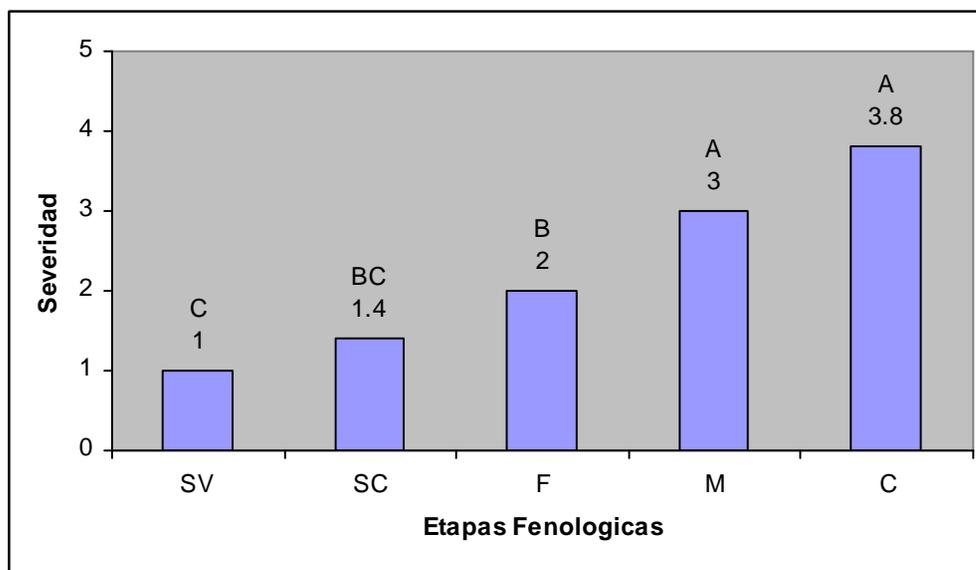
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT.	4	2.160004	0.54 0001	2.2500	0.109 NS
BLOQUES	4	26.559998	6.639999	27.6667	0.000 **
ERROR	16	3.839996	0.240000		
TOTAL	24	32.559998			

C.V. = 21.87%

NS: No significativo.

** Significativo al 1 %.

Al comparar las medias de severidad, nos indica que hay diferencia significativa ($P < 0.01$), entre las etapas, surco verde el de menor severidad seguidos de surco cerrado, floración, que es cuando se empieza a manifestar mas la severidad posteriormente la madurez y la cosecha que son los que presentaron mayor severidad de este síndrome de la punta morada de la papa como se aprecian en la Figura 4.



SV: surco verde; SC: surco cerrado; F: floración; M: madurez; C: cosecha

Figura 4. Comparación de medias de las etapas fenológicas de la variable de respuesta de Severidad del Síndrome de punta morada de la papa en 5 lotes de la región papera de Coahuila y Nuevo León 2005.

Los datos obtenidos para la respuesta del parámetro de temperatura máxima promedio se encontraron diferencias significativas ($P < 0.01$) entre los lotes estudiados, también se encuentra el coeficiente de variación dentro del porcentaje tolerable, por lo tanto es confiable los resultados, como se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis de varianza respecto al parámetro de la temperatura máxima promedio en los 5 lotes de la región de Coahuila y Nuevo León.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT.	4	583.843750	145.960938	16.4160	0.000**
ERROR	520	4623.531250	8.891406		
TOTAL	524	5207.375000			

C.V. = 11.43 %

NS: No significativo.

*Significativo al 1 %.

Los datos obtenidos para la respuesta del parámetro de temperatura mínima promedio se encontraron diferencias significativas ($P < 0.01$) entre los lotes estudiados como se observa en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Análisis de varianza respecto al parámetro de la temperatura mínima promedio en los 5 lotes de la región de Coahuila y Nuevo León.

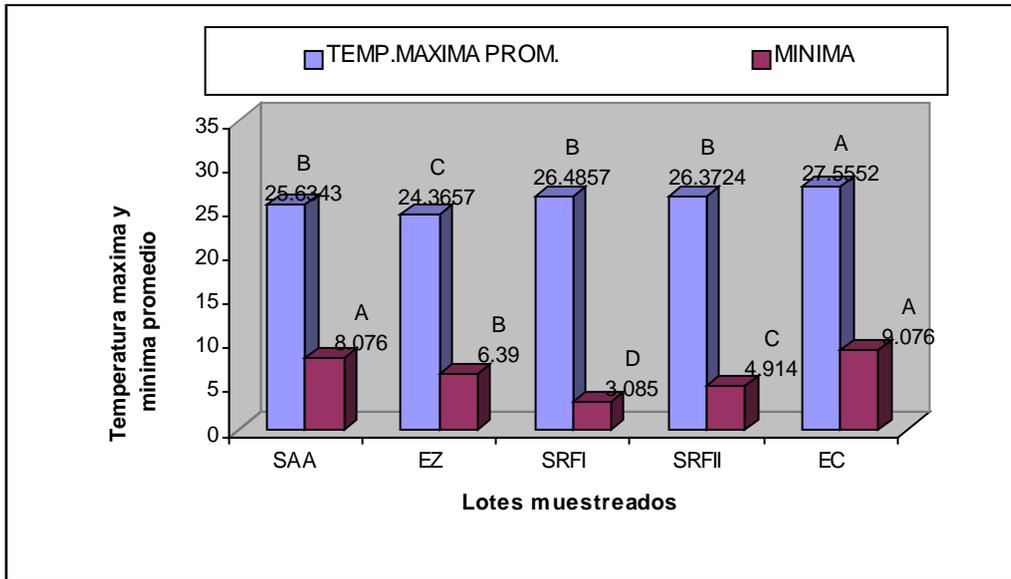
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT.	4	2427.783203	606.945801	39.3913	0.000**
ERROR	520	8012.228516	15.408132		
TOTAL	524	10440.011719			

C.V. = 62.22 %

NS. No significativo

** Significativo al 1%

Al realizar la prueba de comparación de medias se obtuvo que hay diferencia ($P < 0.01$) entre los lotes. Como podemos ver EZ y SAA fueron los lotes que presentaron menor temperatura máxima promedio, en comparación con los de San Rafael I, San Rafael II y El Cristal que presentaron mayor temperatura (poca diferencia). Al igual que la temperatura mínima promedio vemos que hay diferencia significativa ($P < 0.01$) entre lotes, donde SRFI y SRFII fueron los que menor TMINP presentaron y mayor incidencia en el ciclo del cultivo como se muestra el en Figura 5.



AA: San Antonio las alazanas; EZ: Emiliano Zapata; SRFI y II: San Rafael; EC: El Cristal

Figura 5. Comparación de medias del parámetro de temperatura máxima y mínima promedio en 5 lotes de papa de Coahuila y Nuevo León 2005.

El análisis de varianza que nos muestra el parámetro de respuesta la humedad relativa, hay diferencia significativa y el coeficiente de variación sigue estando en el porcentaje tolerable por lo cual es confiable como se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 6. Análisis de la varianza de respuesta de la humedad relativa con los 5 lotes de la región papera de Coahuila -Nuevo León.

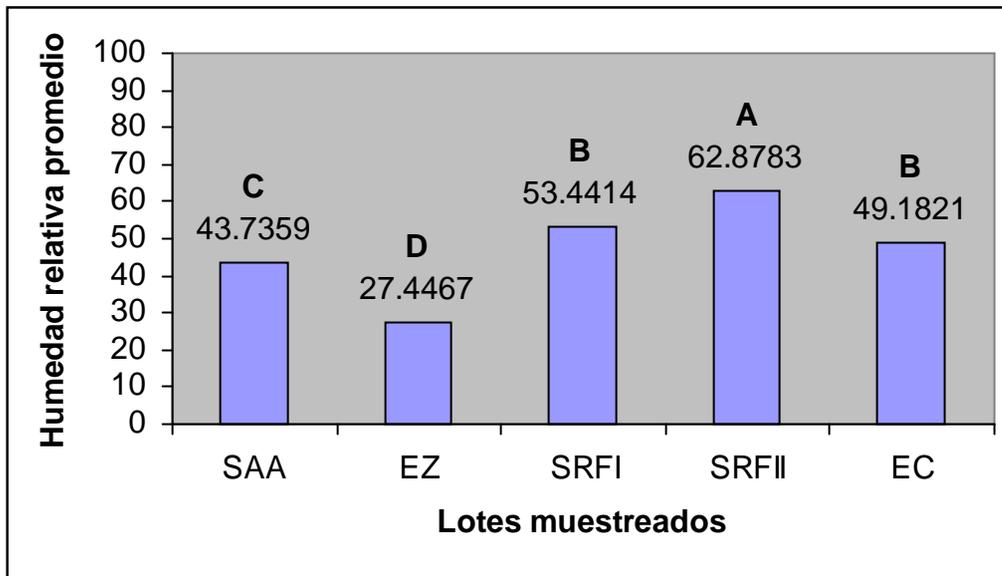
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT.	4	72540.000000	18135.000000	102.5247	0.000**
ERROR	520	91979.750000	176.884140		
TOTAL	524	164519.750000			

C.V. = 28.10%

NS: No significativo.

** Significativo al 1 %.

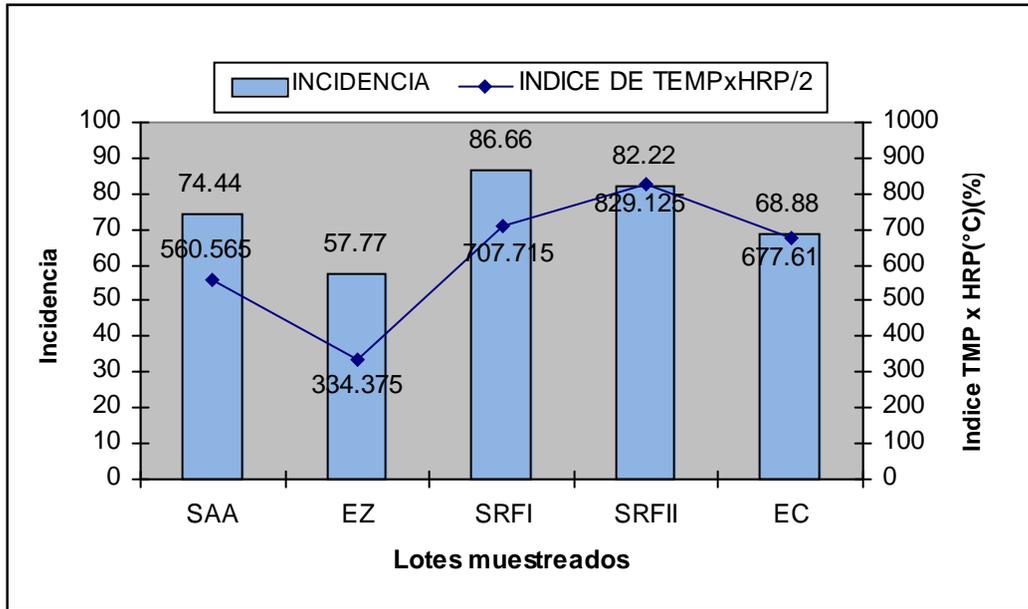
Al comparar las medias de HR entre lotes se encontró diferencia significativa ($P < 0.01$) donde el lote de menor HR fue Emiliano Zapata con un 27.4467%, seguido de San Antonio las Alazanas con un 43.7359% y El Cristal con un 49.1821%. Los que presentaron mayor humedad relativa fueron los lotes de San Rafael I y II con 53.4414% y 62.8783% respectivamente, como se muestra en el Figura 6.



SAA: San Antonio las alazanas; EZ: Emiliano Zapata; SRFI y II: San Rafael; EC: El Cristal

Figura 6. Comparación de medias del parámetro de la humedad relativa en 5 lotes de estudio de la región papera de Coahuila y Nuevo León 2005.

Al comparar la incidencia con el índice de Temperatura y Humedad relativa, vemos que conforme aumenta estos parámetros climáticos parece aumentar los síntomas de PMP llegando a un índice máximo y después vemos que baja la incidencia o se establece de esta enfermedad, así como el índice de °T y HR como se aprecia en la Figura 7.



SAA: San Antonio las alazanas; EZ: Emiliano Zapata; SRFI y II: San Rafael; EC: El Cristal

Figura 7. Comparación de la incidencia con el índice de la temperatura máxima promedio por humedad relativa promedio

En esta investigación, los resultados que se obtuvieron de las correlaciones múltiples se muestran en el Cuadro 7.

La correlación entre Incidencia- Severidad tienen un alto nivel de significancia de ($P < 0.01$) ya que la última variable se encuentra fuertemente asociada con el número total de plantas con síntomas de punta morada de la papa, lo que nos indica que ambas variables son dependientes entre sí. Al igual que la Temperatura mínima promedio de San Antonio las Alazanas (TMINPSAA) Temperatura máxima promedio San Antonio de las Alazanas (TMPSAA) tienen una correlación altamente significativa al ($P < 0.01$), ya que al parecer ambas temperaturas se relacionan fuertemente. La Humedad relativa (HR) está relacionada en forma inversa a la Temperatura es decir mayor HR en Temperatura mínima y al existir alta HR se crea un microclima del cultivo y la planta queda predispuesta al ataque de hongos que requieren de alta humedad, aun más por ser un monocultivo.

Las temperaturas máxima promedio de Emiliano Zapata y Temperatura máxima promedio de San Antonio las Alazanas (TMPEZ y TMPSAA) tienen una correlación significativa de ($P < 0.05$) ambas tienen una relación por que pertenecen a la misma región (Arteaga, Coahuila) y ambos lotes presentan climas frescos y fueron los que menor incidencia presentaron (57.77 y 74.44) respectivamente en los primeros muestreos, durante el ciclo primavera - verano del 2005.

La Temperatura máxima promedio de San Rafael I (TMPSRI y Incidencia) hay una correlación significativa de ($P < 0.05$) esto concuerda con lo que se presentó en campo, ya que el lote SRFI fue el que mayor incidencia presentó (86.66%) y se

observo claramente que este parámetro tiene relación con la epidemia de esta enfermedad.

La Temperatura máxima promedio de San Rafael II (TMPSRFII y TMPSRFI) ambos lotes son de la misma región lo queda como resultado una correlación significativa de ($P < 0.05$) y fueron los que mayor intensidad de enfermedad presentaron (82.22%).

La temperatura máxima promedio de El Cristal (TMPEC y TMPEZ) ambos parámetros tienen alto nivel de significancia al ($P < 0.01$), a pesar de que son lotes de diferente región tienen mucha relación, ya que fueron los que menor incidencia presentaron (57.77 y 68.88) respectivamente al final del ciclo del cultivo, además de presentar diferentes temperaturas máximas promedio.

La temperatura mínima promedio de El Cristal (TMINPEC y TMPEC) tienen un nivel de significancia al ($P < 0.01$) ya que ambas son del mismo lote y tienen además de una correlación positiva ya que fue el lote que presento menor incidencia en los primeros muestreos realizados.

Temperatura mínima promedio Emiliano Zapata (TMINPEZ) y Humedad relativa promedio Emiliano Zapata (HRPEZ) hay un alto nivel de correlación al ($P < 0.01$) ya que ambos parámetros son dependientes entre si, por que al existir menor TMINP habrá mayor HR lo que provoca que se cree un microclima que en ocasiones sea favorable para patógenos del suelo como los hongos.

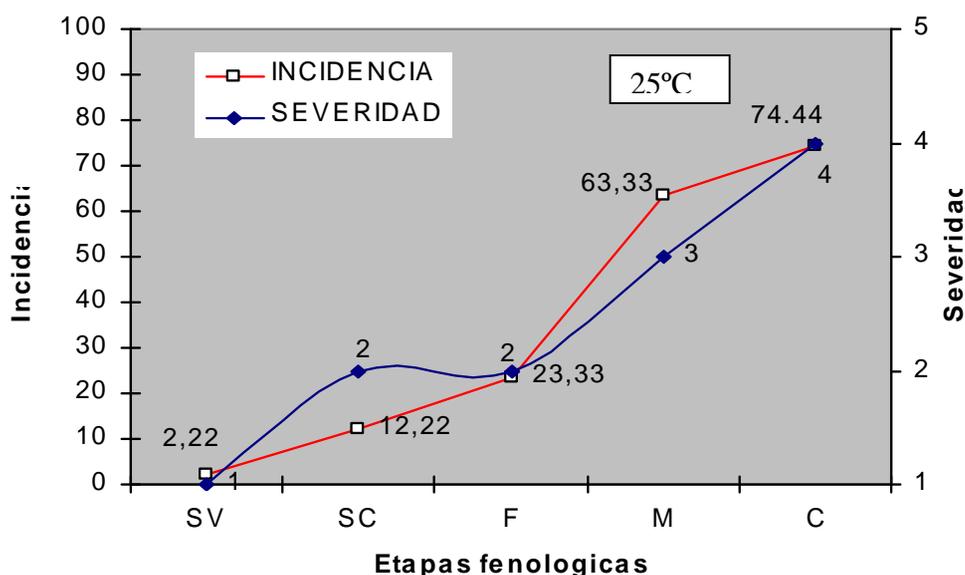
TMINPEC y Humedad relativa promedio El Cristal (HRPEC) tienen una correlación significativa al ($P < 0.05$) por que ambos parámetros son dependientes entre si, el cual nos indica que el aumento de un parámetro va asociado con el incremento del otro parámetro o viceversa.

Cuadro 7. Análisis de correlación múltiple entre todas las variables y parámetros analizado

VARIABLE	I	S	TMP SAA	TMINP SAA	TMP EZ	TMINP EZ	TMP SRI	TMINP SRI	TMP SRII	TMINP SRII	TMP EC	TMINP EC	HRP SAA	HRP EZ	HRP SRI	HRP SRII	HRP EC
I	1.000	0.9503**	0.0392NS	0.2815NS	0.0572NS	0.0436NS	0.4302*	0.0537N	0.2396NS	0.2120NS	-0.0361NS	0.1994NS	0.3698NS	0.0922NS	0.1278NS	-0.1321NS	0.2801NS
S	--	1.0000NS	0.2596NS	0.1419NS	0.0621NS	-0.0012NS	0.3307NS	0.0032NS	0.3095NS	0.0802NS	-0.0468NS	0.1178NS	0.3282NS	0.0640NS	0.0847NS	-0.2282NS	0.2358NS
TMP SAA	--	-----	1.0000NS	0.8418**	0.4274*	-0.0191NS	0.5785**	0.5015*	0.0231NS	.3873NS	.2997NS	.3930NS	0.3405NS	-0.0064NS	0.2711NS	0.0941NS	0.4473*
TMP EZ	-----	-----	-----	1.000NS	0.3875NS	-0.0896NS	0.4348*	0.3958NS	0.0138NS	0.4209*	0.1970NS	0.3666NS	0.3938NS	-0.0993NS	0.1846NS	0.1467NS	0.5133**
TMP SRI	-----	-----	-----	-----	1.0000NS	0.0290NS	0.1321NS	0.1811NS	0.1134NS	0.3822NS	0.6738**	0.5002NS	0.3641NS	-0.0309NS	0.4809*	0.0598NS	0.1077NS
TMINP EZ	-----	-----	-----	-----	-----	1.0000NS	-0.2590NS	0.3829NS	-0.2418NS	0.1328NS	0.2014NS	-0.1037NS	0.2654NS	0.6901**	-0.1086NS	0.6397**	-0.1644NS
TMP SRII	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1.0000NS	0.2026NS	0.456*	0.3283NS	0.1044NS	0.2969NS	0.1458NS	-0.3543NS	0.1584NS	-0.1963NS	0.4469*
TMINP SRI	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1.0000NS	-0.3053NS	0.2508NS	0.4029NS	0.2449NS	0.5435**	0.0308NS	0.0110NS	0.2707NS	0.3274NS
TMP EC	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1.0000NS	0.0050NS	-0.1575NS	-0.0221NS	0.1241NS	-0.3716NS	0.2630NS	-0.2549NS	0.1188NS
TMINP EC	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1.0000NS	0.4120NS	0.5756NS	0.4361*	-0.1998NS	0.5768NS	0.2247NS	0.3443NS
HRP SAA	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1.0000NS	0.5515**	0.4101*	0.1384NS	0.3303NS	0.2383NS	-0.0400NS
HRP EZ	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1.0000NS	0.3999*	-0.1984NS	0.4860*	0.0270NS	0.4412*
HRP SRI	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1.0000	0.0458NS	0.0923NS	0.4999*
HRP SRII	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1.0000NS	-0.3041NS
HRP EC	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	1.0000NS

NS. No Significativo, ** Significativo al 0.01%, * Significativo al 0.05

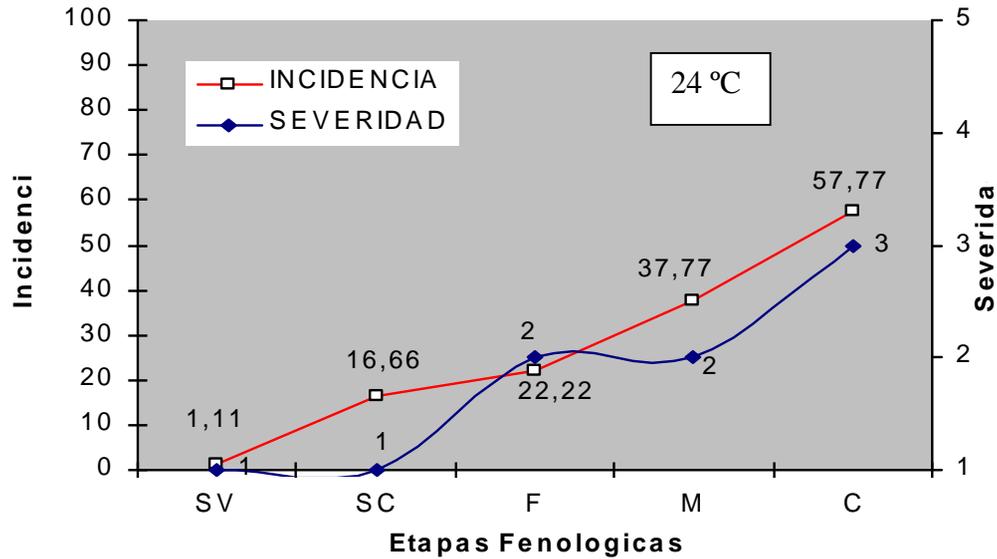
La incidencia y severidad del SPMP en la región del sur de Coahuila y Nuevo León en general fueron altas. Donde la incidencia se comporto en forma progresiva empezando a manifestarse con un 2.66% en promedio para los 5 lotes. En el caso de San Antonio las Alazanas la incidencia se manifestó conforme el paso del tiempo, empezándose a ver los primeros síntomas a partir del surco cerrado, pero aun más en la floración, madurez y llegando a obtener una incidencia en la ultima etapa fenológica de 74.44% (Figura 8).



SV: surco verde; SC: surco cerrado; F: floración; M: madurez; C: cosecha

Figura 8. Incidencia y Severidad del síndrome de punta morada de la papa variedad Gigant en San Antonio las Alazanas, Municipio de Arteaga, Coahuila. 2005

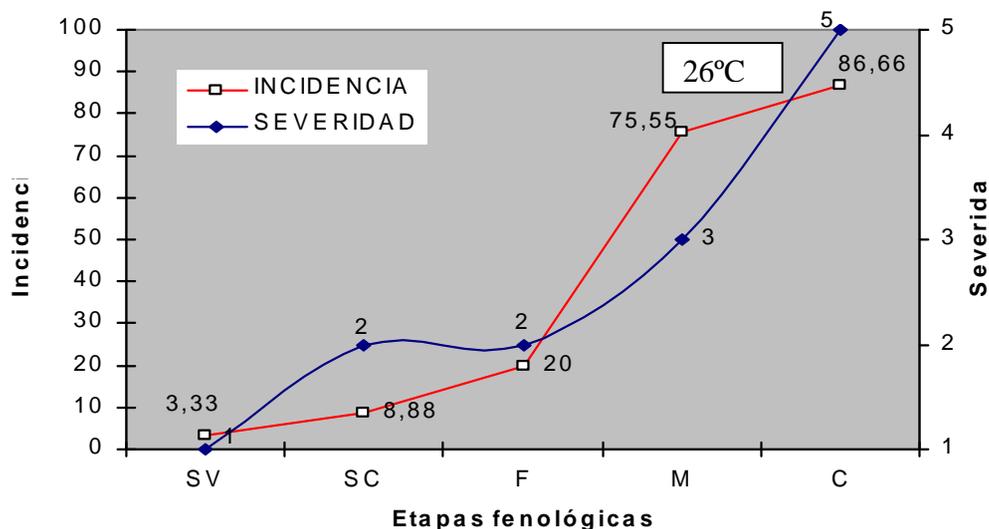
En el lote de Emiliano Zapata nos muestra que no hubo tanta incidencia, llegando a obtener al final del ciclo de cultivo un 57.77%, lote que fue en donde menor se manifestó SPMP (Figura 9). En todos los lotes se empezó a manifestar los primeros síntomas de punta morada en la etapa fenológica de surco cerrado.



SV: surco verde; SC: surco cerrado; F: floración; M: madurez; C: cosecha

Figura 9. Incidencia y Severidad del síndrome de punta morada de la papa variedad Gigant en Emiliano Zapata, Municipio de Arteaga, Coahuila 2005.

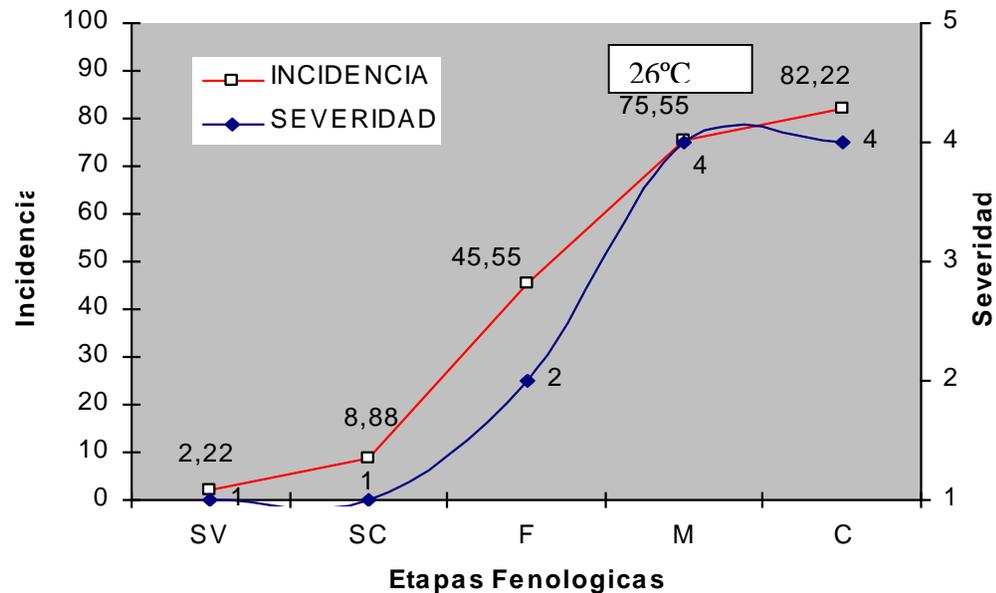
Como se ve en la Figura 10, el lote de San Rafael I fue el que mayor incidencia presentó, alcanzando un 86.66% de incidencia del síndrome de la punta morada de la papa en la última etapa fenológica.



SV: surco verde; SC: surco cerrado; F: floración; M: madurez; C: cosecha

Figura 10. Incidencia y Severidad del síndrome de punta morada de la papa variedad Gigant en San Rafael I, Municipio Navidad, Nuevo León del 2005.

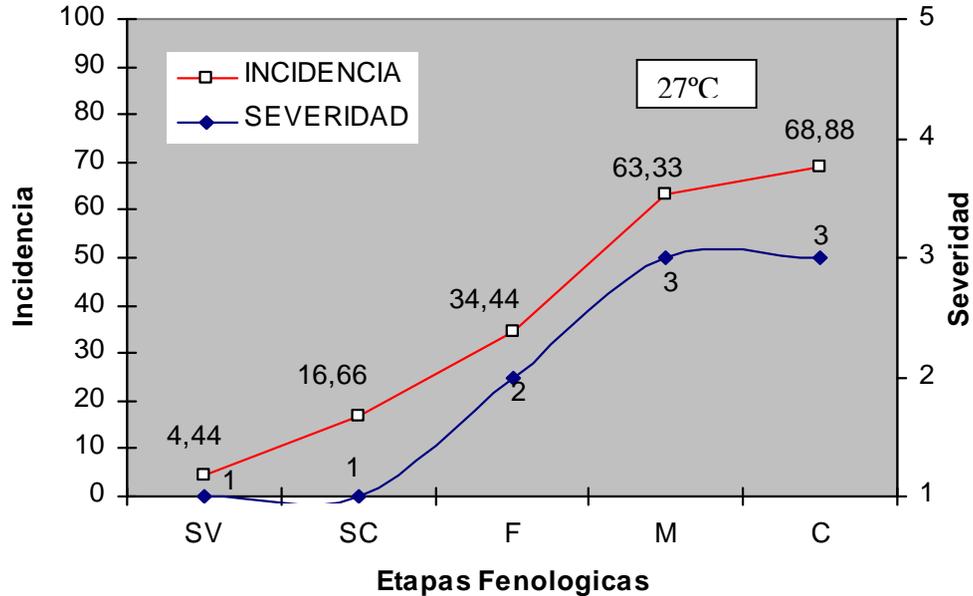
El lote de San Rafael II también fue uno de los lotes que mayor incidencia presentó, con 82.22% (Figura 11), lo que se deduce que en estos dos lotes hubo una mala calidad de tubérculos por el manchado y un bajo rendimiento ocasionado por el síndrome de punta morada de la papa.



SV: surco verde; SC: surco cerrado; F: floración; M: madurez; C: cosecha

Figura 11. Incidencia y Severidad del síndrome de punta morada de la papa variedad Gigant en San Rafael II, Municipio de Navidad Nuevo León, 2005.

Por último el Cristal, presentó incidencia de un 68.88% a pesar de estar en una zona de temperatura cálida, teniendo Incidencia en los primeros muestreos, pero en los últimos bajo, esto posiblemente por que el productor del lote tuvo un mejor control de los patógenos que causan este síndrome en las últimas etapas como se aprecia en la Figura 12.



SV: surco verde; SC: surco cerrado; F: floración; M: madurez; C: cosecha

Figura 12. Incidencia y Severidad del síndrome de punta morada de la papa variedad Gigant en El Cristal, Municipio de Navidad, Nuevo León. 2005

En lo que se refiere a severidades presentaron niveles de escala de 3 a 5 el máximo. Esta variable tiene mucha relación con la incidencia como se aprecia en las Figuras anteriores ya que son 2 variables dependientes entre si y por que fue las mismas etapas donde empieza aumentar la severidad, como es el caso de SC y la floración, que fueron donde las etapas donde hubo mayores síntomas en cada uno de los lotes de estudio, de la región papera de Coahuila y Nuevo León.

Discusión

En las etapas fenológicas de SC y F fueron donde se incrementó la enfermedad lo anterior posiblemente, a que en estas etapas es cuando la planta tiene mayor demanda de energía del sistema aéreo (por un envío de nutrientes) para el llenado del tubérculo y que dando susceptible la parte de arriba al ataque de patógenos que aceleran los síntomas típicos de punta morada. Además podemos mencionar que la constante aplicación de plaguicidas como estrategia de control para insectos vectores de fitoplasmas no de tienen el problema, en su totalidad

El análisis de varianza entre tratamientos (lotes) podemos ver que no existió significancia tanto para incidencia y severidad. Estadísticamente todos son iguales, sin embargo en los bloques mostraron diferencia significativa al 0.01% en cuanto a las etapas fenológicas en el cual se ve claramente que los síntomas de esta enfermedad aumento principalmente en la etapa de floración aproximadamente los 55 días después de emergencia; esto coincide con lo reportado por (Guigon, 1994; Cadena, 1993) que puede deberse a que la planta tiene mayor gasto de energía, así como mayor necesidad de nutrientes para el llenado de los tubérculos. También coincide con lo reportado por Cadena-Galindo (1985) quien menciona que los síntomas de la punta morada aparecen a los 45 a 60 días después de la siembra ya que en esta etapa la floración es con frecuencia más susceptible a enfermedades debido a cambios hormonales que ocurren dentro de la planta, provocando que la planta sea susceptible al ataque de fitopatogenos del suelo, disminuyendo así la producción del cultivo.

Las TMP (26-29 °C) y la HRP (27-62%) de que se presentaron en lotes SRFI y SRFII pudieron provocar un debilitamiento a la planta y que exista un ambiente adecuado para el ataque de hongos fitopatógenos del suelo, como *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* en el sur de Coahuila y Nuevo León, requieren periodos de alta humedad para la germinación de esporas y ambos parámetros propician a que se crea un ambiente cálido-húmedo en el cultivo de la papa lo que ocasiona un cambio fisiológico dentro de la planta y propician síntomas de punta morada de la papa.

Conclusión

- La incidencia y severidad mostraron relación a través del tiempo con el incremento de la enfermedad.
- La temperatura y humedad relativa también manifiestan una correlación positiva con la expresión de síntomas de esta enfermedad en las zonas paperas de Coahuila y Nuevo León.

Literatura citada

Agrios, G.N. 1988. Plant Pathology. Third edition, Academic press, pag. 838

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

Arslan, A. Bessey P.M, Matsuda K, and ocbker, N.F 1985. Physiological affect of psyllid (*Paratrioza cockerelli*) en potato. American potato Journal 62(I): 9-22

Báez-Pérez Manuel, 1983, la papa (*Solanum tuberosum*). Tesis de licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pág. 15

Bayer Cropscience 2006, boletín técnico de paratrioza.

Benoit, G.R. and Grant, W.J 1980. Plant Water Deficit Effects on Aroostook County Potato Yields Over 30 Years. American Potato Journal 57: 585-594.

Chaube, H.S. and U.S Singh 1991. Plant Disease Management: Principles and practices. CRC Press. In 319 p.

Cadena – Hinojosa, M.A. 1996. La punta morada de la papa en México: Incidencia y búsqueda de resistencia. Agrocienca. Serie Protección Vegetal 4(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, Revista Mexicana de fitopatología 3: 100 -105

Cambell, C.L and Madden L.V. 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley Sons Inc. 532 p

- Cázares, M. I. G., de la Jara-Alcocer, F., Rodríguez-Dorantes, A.M., y Cadena-Hinojosa, M. A. 2003. Comparación de Patrones electroforéticos de proteínas e isoenzimas en tubérculos sanos y con síntomas de punta morada de siete variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista mexicana de Fitopatología* 21:102 -108.
- Cepeda S.M y M. Gabriel 2003. La papa. El fruto de la tierra. Editorial Trillas. Primera Edición. México. p 23
- Colhoun, J. 1997. Predisposition by the environmental. In: *Plant Disease* (J.G. Horsfall and E: B Cowling, Eds.) Academic Prees, New York, Vol. 4, 75 -9
- Cutter, E.Z. 1998 Structure and development of the potato plant. IN: Harris, P.M. (Ed). *The Potato Crop. The scientific basis for improvement*. Chapman and Hall. London. P 70-151
- Edmon, J: B 1989. *Principios de Horticultura*. Quinta Edición. Editorial Continental. México – España. 575 p.
- Flores, O. A., Alemán, N. I. A., Notario, Z. M. I. 2004. Alternativas para el manejo de la punta morada de la papa. Simposio Punta Morada de la Papa. XXI Semana Internacional del Parasitólogo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. p 40 - 63.
- García, Q. J. R. 1996. Etiología y transmisión del obscurecimiento interno del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.) para industria. Tesis de Maestría. Montecillo, México Colegio de Postgraduados.
- García-Quijano, J.R 1996. Etiología y transmisión de l 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

- Guigon, L.C 1994. Epidemiología de las Enfermedades de la papa causadas por hongos fitopatogenos del suelo en el sur de Coahuila y Nuevo León. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila, Mexico. 103 p
- Gaunt, R.E 1987. Measurement of disease and pathogen. In: Teng, P.S. (Ed). Crop loss Assessment and Pest Management. APS. Prees. St Paul, Minnesota. Pp. 6 -18
- Hawkes J.G.1990. The potato: Evolution, Biodiversity and Genetic Resources. Smithsonian Intitution Press. Washington D.C.
- Hernández, G.V 2006. Factores Abiótico y su relación con el síndrome de la punta morada de la papa tesis UAAAN buena vista Saltillo, Coahuila México. P 35
- Horton, D. 1987. Potatoes. Production, marketing and programs for developing countries. Westview. Press 243 p
- Huaman, Z.P and Wissar R. 1998. Los Recursos Genéticos de la Papa y su conservación en el centro Internacional de Mejoramiento de la papa. Toluca, Edo de México. 15 – 24 p
- Kranz, J. 1998. The methodology of comparative epidemiology. In: Esperimental techniques in plant disease epidemiology. Springer, Berlin. Pp 279 – 289.
- Lee, I. M., Davis, R. E., Gundersen-Rindal, D. E. 2000. Phytoplasma: Phytopathogenic Mollicutes, Annual Reviews Microbiology 54: 221 -255.
- Larsson, M. and B. Gerhardson 1992. Potato Purple Top Wilt. Entomology Dep artament, Cook College, Rutgers, the State University. New Branswich New Jersey. USA 456 p

- Montaldo, A., 1984, Cultivo y Mejoramiento de la papa. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura (IICA), Editado por IICA, San José, Costa Rica, 7-31.
- Moorby, J 1978. The physiology of growth and tuber yield In: Harris, P.M. (Ed). The Potato. The scientific basis for improvement. Chapman and May. London. pp. 153-194.
- Martínez- Soriano J.P. 1999, la punta morada de la papa IX Congreso Nacional de productores de papa, Memorias, León Guanajuato, México.
- Tizcañero, M. 1998. El fenómeno del niño y su condición actual. Investigador de INIFAP CENID-CENAPROS. Memorias de Congreso Nacional de la Papa. Toluca Edo. de México
- Rascón-Emilio A. 1999, Producción de tubérculos-semilla de papa (*Solanum tuberosum*, L). Mediante esquejes de tallo y minituberculos bajo invernadero tesis UAAAN buena vista saltillo, Coahuila México. Pág. 1,7
- Rodríguez L.A, 1969. Fitopatología, Maracay Venezuela. Universidad Central de Venezuela. 263 p
- Rangel, C.V 1995. Control de malezas para retardar el arribo de mosquita blanca en el cultivo de papa. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila, México. 50 p
- Rocha, R.R. 1985. Guía para cultivar papa en el Bajío. SARH. INIA (CIAB) CAEB. Celaya, Guanajuato, México.14 p
- Rousselle, P. Robert Y, y Crosnier J. C. 1999. La patata. Ediciones Mundi prensa. México p 30

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

SEP. 1982. Manual de la producción agropecuaria: papa. Área de producción vegetal. Editorial Trilla. México, D.F.

Vavilov, N.I 1951. Estudios sobre el origen de las plantas cultivadas. Ediciones Acme Agency. Ciencia biológica y Agroquímicas. Buenos Aires, Argentina. 185 p

APÉNDICE

Tabla de Incidencia, severidad, temperaturas máximas, mínimas y humedad relativa en los 5 lotes de muestreo

Raíz Cuad.		Arco Seno	Raíz Cuadrada	TMPSAA	TMINPSAA	TMPEZ	TMINPEZ	TMPSR1	TMINPSR1	TMPSR2	TMINPSR2	TMPEC	TMINPEC	HRPSAA	HRPEZ	HRPSR1	HRPSR2	HRPEC
	10.31	1		22.7	5.92	22.4	8.1	22.67	-2	24.92	-5.6	27.15	1.52	23.95	39.8	25.92	68.19	36.61
	21.3	1.41		21.02	1.72	23.5	8.42	23.92	4.6	25.02	-6.1	26.77	6.7	27.62	30.75	42	57.37	41.06
SAA	29.53	1.41		23.75	7.7	23.15	6.2	25.95	1.75	28	-8.82	24.47	6.72	46.62	30.25	24.35	53.6	51.85
	53.31	1.73		23.2	7.82	20.67	5.57	27.55	6.8	24.15	3.57	27.8	9.95	37.12	22.12	24.5	61.43	46.87
	60.27	2		23.52	6.35	24.12	4.95	25.92	-5.17	27.07	6.67	24	9	38.2	20.12	54.41	33.45	57.45
	8.33	1		21.75	6.35	25.27	5.82	27.57	-1.7	27.72	9	26.7	7.12	28.15	21.4	60.7	51.69	44.01
	24.8	1		24.62	6.7	23.52	6.1	24.92	-1.4	25.15	4.52	25.3	10.02	27.3	24.7	68.19	75.46	38.65
EZ	28.79	1.41		24.1	8.55	23.4	5.17	25.02	-6.1	28.8	3.92	26.27	12.35	26.55	26.95	57.33	63.37	47.65
	38.47	1.41		23.7	7.3	25.32	5.17	28	-8.82	29.4	5.25	28	7.87	38.6	20.9	53.6	58.63	42.73
	49.43	1.73		24.25	8.45	22.7	6.87	24.15	3.57	25.02	6.42	26.02	8.35	57.34	24.3	61.43	65.23	51.02
	11.97	1		25.95	8.82	19.65	6.27	27.07	6.67	25.6	6.02	25.35	6.87	38.16	20.07	33.45	54.55	53.51
	18.24	1		26.27	8.1	25.85	6.45	27.72	9	28.12	6.05	28.12	8.37	42.65	18.5	51.69	64.17	49.64
SR1	27.28	1.41		21	5.85	25.07	7.45	25.15	4.52	29.02	7.17	29.75	10.05	65.45	20.5	75.46	69.45	47.41
	61	1.73		26.12	6.45	21.45	7.17	28.8	3.92	28	6.25	26.9	9.95	51.91	28.5	63.37	40.2	50.1
	68.53	2.23		28.85	7.45	27.4	6.42	29.4	5.25	27.47	8.15	31.62	12.3	47.97	30.15	58.63	62.37	48.06
	10.31	1		25.6	9.15	28.27	5.85	25.02	6.42	25.72	7.02	31.77	13.97	57.4	23.25	65.23	47.82	52.68
	18.24	1		27.85	10.47	28.35	6.45	25.6	6.02	23.45	7.37	31.67	13.7	45.4	23.9	54.55	54.9	49.17
SR2	42.99	1.41		30.32	13.9	26.17	4.77	28.12	6.05	24.55	6.45	28.07	10.05	45.99	28.95	64.17	61.67	54.12
	61	2		30.82	12.62	26.6	5.9	29.02	7.17	29.15	5.42	29.1	9.45	47.3	21.07	69.45	56.78	48.3
	65.73	2		28.12	12.4	25.92	7.12	28	6.25	28.55	5.2	25.47	9.4	53.13	21.15	40.2	54.3	51.64
	13.44	1		28.55	10.17	24.27	6	27.47	8.15	27.15	6.22	26.47	8.77	44.93	18.32	62.37	68.05	51
	24.3	1		26.07	9.25	24.27	9.8	27.72	7.02	25.35	10.62	29.15	12.57	45.66	33.12	47.82	88.74	53.1
EC	36.45	1.41		25.32	8.92	26.5	10.07	23.45	7.37	24.9	12.3	29.35	9.15	53.65	34.65	48.05	80.17	45.75
	53.31	1.73		26.5	9.12	24.72	9.67	24.55	6.45	25.32	8.2	28.12	8.57	54.31	38.45	61.67	79.48	44.77
	56.66	1.73		28.75	11.12	25.6	9.75	29.15	5.42	27.47	8.25	28	10.17	48.44	32.97	56.78	74.68	53.69

