

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE AGRONOMIA**



**Determinación de Incidencia y Severidad de Punta morada  
en el Cultivo de la papa, en tres localidades en el  
Municipio de Galeana, Nuevo León.**

**Por:  
Miguel Armando Osuna Espinoza**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para  
obtener el título de:**

**Ingeniero Agrónomo Parasitólogo.**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
Octubre de 1999.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA AGRICOLA**

**Determinación de Incidencia y Severidad de Punta Morada en el Cultivo de la Papa en tres Localidades en el Municipio de Galeana, Nuevo León.**

**Presentada por:**

**Miguel Armando Osuna Espinoza**

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

**Ingeniero Agrónomo Parasitólogo.**

---

**M.C. Abiel Sánchez A.  
PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**M.C. Ma. Elizabeth Galino C.  
SINODAL**

---

**M.C. Ma. Magdalena Rodríguez V.  
SINODAL**

---

**M.C. Reynaldo Alonso V.  
COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila**

**Octubre de 1999**

## DEDICATORIA

A Dios, por haberme dejado vivir hasta este momento, y haber realizado este sueño y muchos más.

A mis padres:

Armando Osuna Contreras

María Espinoza Apodaca

Por haberme dado la vida, su gran amor, apoyo, confianza, porque sin ellos no hubiera llegado hasta aquí.

A mis hermanos:

Gladis

Liliana

Nancy

Rocío y

Rany

por su gran cariño y apoyo, porque se que siempre estarán ahí para seguir haciendolo ante todo.

A Araceli Rodríguez Sandoval, por su gran apoyo, cariño y comprensión en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi "Alma Mater", por haberme dado la formación adecuada para poder triunfar en la vida.

Al M.C. Abiel Sánchez Arizpe, por su amistad, consejos y gran apoyo para la realización de este trabajo.

A la M.C. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda, por su apoyo en la revisión de este trabajo.

A la M.C. Ma. Magdalena Rodríguez V., por su apoyo en la revisión de este trabajo.

A Cesar Jaramillo y Celso Vazquez, por las facilidades que me brindaron para la realización de este trabajo.

A mis compañeros: Memo, Rosy, Sócrates, José, Luis, Daniel, René, Gabriel, Efraín, Paty, Edgar, Antonio y Chuy, por su gran amistad y sinceridad que me brindaron en todo momento.

Y a todas las personas que de alguna forma contribuyeron a la realización de este trabajo.

## INDICE DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE DE CONTENIDO	iii
INDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE CUADROS	vi
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
Origen del Cultivo	4
Clasificación Taxonómica	5
Descripción Botánica	5
Características Agronómicas	6
Enfermedades Asociadas al Cultivo	8
Historia y Características de los Fitoplasmas	9
Clasificación Taxonómica de los Fitoplasmas	10
Fitoplasmas Asociados al Cultivo	10
Sintomatología de la Enfermedad	10
Formas de Transmisión	12
Control	14

	<u>Páginas</u>
MATERIALES Y METODOS	16
Ubicación de los Lotes	16
Muestreos	16
Determinación de Incidencia	17
Determinación de Severidad	17
RESULTADOS Y DISCUSION	20
Determinación de Incidencia y Severidad	20
CONCLUSIONES	25
LITERATURA CITADA	26
APENDICE	28

## INDICE DE FIGURAS

### Página

<b>Fig. 1.</b> Tipo de muestreo realizado en cada lote con sus 20 puntos correspondientes.	17
<b>Fig. 2.</b> Gráfica de Incidencia en cada uno de los cuatro lotes muestreados en la Región de Galeana, Nuevo León.	20
<b>Fig. 3.</b> Gráfica de Severidad en cada uno de los cuatro lotes muestreados en la Región de Galeana, Nuevo León.	21

## INDICE DE CUADROS

	<u>Página</u>
<b>Cuadro 1.</b> Escala de Severidad usada en este trabajo	18
<b>Cuadro 2.</b> Medias de Incidencia en tres localidades de la Región de Galeana, Nuevo León.	21
<b>Cuadro 3.</b> Medias de Severidad en cada una de las tres localidades en la Región de Galeana, Nuevo León.	22



## INTRODUCCION

El cultivo de la papa es de gran importancia en la alimentación del hombre, dado que contiene un alto porcentaje de carbohidratos (12-18%) en forma de almidón, además de un 2% de proteínas (aminoácido lisina), vitamina C y minerales como el Ca y el Fe, una gran diferencia con cualquier otro cultivo; por lo que representa el alimento número uno a nivel mundial y segundo a nivel nacional más energético.

Los principales países productores de este cultivo son. La exURSS, Polonia, E.U., China, Alemania, India, Francia e Inglaterra.

En México, existen varios estados productores de papa, entre los que destacan: Baja California Norte, Coahuila, Chihuahua, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Puebla, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala y Zacatecas principalmente, las cuales suman 82,000 ha/año de este cultivo, obteniendo una producción de 1'500'000 tons/año aproximadamente (Lino,1997).

Durante 1994 y 1995 los principales estados productores fueron: Coahuila y Nuevo León (20.8%), Sinaloa (18.9%), Guanajuato (7.9%), Puebla (7.8%), Estado de México (6.7%), Sonora (6.2%), Chihuahua (5.9%), y Michoacán (3.5%).

Actualmente en la región papera de Nuevo León y Coahuila, existen entre 4,000 a 6,000 has. sembradas, obteniendo rendimientos por arriba de las 40 ton/ha, y según FIRA (1996) los costos de producción en esta región son de \$51,000/ha aproximadamente.

Entre los factores que limitan la producción de papa sobresalen: insectos, nemátodos, malezas y enfermedades. Estas últimas se clasifican en: hongos, bacterias, virus y fitoplasmas.

Dos países han reportado problemas serios con fitoplasmas en Latinoamérica, los cuales son: Perú y México.

La enfermedad es conocida en México como “punta morada de la papa”. El nombre fue dado por la coloración morada que adquieren las hojas ápicales. Los síntomas de esta enfermedad se detectaron desde hace 50 años; sin embargo, su importancia se ha incrementado en los últimos 5 años. Su importancia radica en que actualmente se estima que un 50% de la superficie sembrada con papa en México, es afectada por la enfermedad. Las pérdidas varían según la severidad del problema, pudiendo ser hasta un 80% del rendimiento.

Este trabajo se realizó, dada la importancia que ha venido creando la enfermedad en esta región, de pocos años a la actualidad. Además de la poca o casi nula existencia de información sobre esta enfermedad, su incidencia y severidad.

De ahí que el objetivo de este trabajo es la determinación de la incidencia y severidad de la enfermedad de la punta morada en el cultivo de la papa, en tres localidades de la Región de Galeana, Nuevo León.

En este trabajo se planteó la hipótesis de que la presencia de severidad en esta enfermedad esta directamente realcionada con la incidencia.

## REVISION DE LITERATURA

### Origen del Cultivo

La papa (*Solanum tuberosum* L), se dice es originaria de Sudamérica, de la zona andina comprendida entre Ecuador, Perú y Bolivia. Según datos su existencia data desde el año 2500 a.C., en la época de los egipcios. Este cultivo lo domesticaron los incas o civilizaciones preincaicas muchos miles de años antes de la llegada de los españoles en 1537 (SEP, 1983).

Aquí en México fue en 1925 que se empezaron a tomar estadísticas de este cultivo; pero fue hasta el año de 1946 que empezó a tomar importancia, con la llegada de John S. Neiderhauser, de la fundación Rokerfeller, el cual se encontró con buenas condiciones climáticas para este cultivo principalmente en los Valles Altos de la Meseta Central de este país (Marco de Referencia sobre el Cultivo de la Papa, 1984).

Los primeros lugares en que se empezó a sembrar este cultivo en forma extensiva son: los valles altos de la Meseta Central, en la región de León, Guanajuato, Distrito Guerrero en el Estado de Chihuahua y en Navidad, Nuevo León (Baez, 1983).

## Clasificación Taxonómica del Cultivo

Esta clasificación se tomó de Baez (1983), el cual se basó en la flor de la planta:

REINO: Plantae

SUBREINO: Embryobionta

DIVISION: Spermatophyta

CLASE: Angiospermae

SUBCLASE: Dicotyledoneae

ORDEN: Tubiflorales

FAMILIA: Solanaceae

GENERO: Solanum

ESPECIE: tuberosum L.

## Descripción Botánica

Esta planta es una dicotiledonea, herbácea y presenta un hábito de crecimiento anual, erecto, semierecto y rastro; potencialmente es una planta perenne, debido a que es capaz de reproducirse por tubérculos (Alonso, 1996). Esta planta presenta las siguientes características distintivas:

Tallos: La papa produce un tallo normal de tipo herbáceo, erecto, un poco veloso, y con ramificaciones no muy desarrolladas (SEP, 1983). Las ramas laterales que salen del tallo principal, se llaman tallos secundarios. Los estolones de la papa son tallos laterales, normalmente subterráneos (Alonso, 1996).

Tubérculos: Además del tallo normal esta planta produce debajo de la tierra tallos modificados, llamados tubérculos. Este tallo comienza como un estolón que se engrosa por la punta y que luego forma el tubérculo (SEP, 1983).

Raíces. Las plantas que se desarrollan a partir de tubérculos producen raíces adventicias en los nudos de los tallos subterráneos y en los estolones. Normalmente, la planta enraiza bastante cerca de la superficie, no profundizando más de 40cm. (Alonso, 1996).

Hojas: Estas son del tipo compuestas, alternas, con varios folíolos opuestos y uno grande como terminal. Son un poco vellosas. En las axilas, que forman las hojas con el tallo, salen las yemas vegetativas (SEP, 1983).

Flor: Las inflorescencias de la papa es de tipo cima compuesta de terminal con pedúnculos largos. La flor es completa y los cinco pétalos se fusionan formando un tubo. Esta presenta simetría radial (SEP, 1983). Son pentámeras y presentan estilo y estigma simples (Alonso, 1996).

Fruto: Es una baya, redonda, suave, con un diámetro aproximadamente de 2 cm. Las semillas son pequeñas y aplanadas (SEP, 1983).

### **Características Agronómicas**

Temperatura: Este cultivo requiere temperaturas frescas para su desarrollo, pero estas varían según la etapa fenológica en que se encuentre el cultivo. Después de la siembra la temperatura debe subir a 20 °C para que suceda la brotación del tubérculo; y se necesita una temperatura más alta para la formación del follaje, pero

que no rebase los 30 °C. Durante el desarrollo de los tubérculos es importante que la temperatura se encuentre entre los 16 y 20 °C, de ahí que en las regiones calurosas, las noches deberán ser frescas (SEP, 1983).

Suelo: Suelos profundos, no menores a unos 30 cm.; francos o algo arenosos, no se recomiendan suelos con piedras, grava o demasiados arcillosos. Se recomienda tener en el suelo un pH de 5.0 a 6.5 (Alonso, 1996).

Luz: La formación de sustancias de tuberización por hojas y tallos depende mucho de la duración de luz (fotoperiodo). En días cortos se producen más sustancias de tuberización que en los días largos.

Agua: La papa es un cultivo que requiere de mucho agua, aproximadamente 500 mm. (SEP, 1983).

Altitud: Reportan que la papa cultivada prefiere altitudes que oscilan entre los 1500 a 2000 msnm., pero se le puede cultivar a muy diversas altitudes debido a su gran adaptación y sus numerosas variedades.

Latitud: La papa en su lugar de origen se desarrolló desde las latitudes de 3° Norte hasta 22° Sur, pero después de su propagación por el mundo, se adaptado a regiones templadas, como son los países europeos a 60° Norte.

La siembra de este cultivo, en esta región se realiza a fines del mes de Febrero hasta fines de Julio. Las labores anteriores a la siembra son: un barbecho cruzado y profundo, con sus respectivos rastreos, para luego hacer la surcada. Posteriormente se realiza la siembra, esta generalmente es manual, en tierra húmeda, a una profundidad de 15 a 20 cm.; utilizando de 1,300 a 1,500 kg. de semilla /ha.

Durante el cultivo generalmente se le dan de 5 a 7 riegos, y dos aporcadas; finalmente viene la cosecha que es manual. El ciclo de este cultivo dura aproximadamente de 120 a 150 días dependiendo de la región (Lino, 1997).

### **Enfermedades Asociadas al Cultivo**

Como es ya sabido, el término enfermedad es el mal funcionamiento de las células y tejidos del hospedante debido al efecto continuo sobre estos últimos de un organismo patógeno o factor ambiental y que origina la aparición de los síntomas. Las enfermedades se clasifican en infecciosas o bióticas (causadas por organismos) y enfermedades no infecciosas o abióticas (causadas por factores ambientales).

A continuación se hace una lista de cuantas enfermedades infecciosas atacan a este cultivo según el patógeno (Enriquez, 1998):

- a) Enfermedades causadas por hongos: 46
- b) Enfermedades causadas por procariotes (bacterias y fitoplasmas): 12
- c) Enfermedades causadas por plantas superiores parásitas: 1
- d) Enfermedades causadas por virus: 18
- e) Enfermedades causadas por nemátodos: 5

En este trabajo los organismos que nos interesan para su estudio son los fitoplasmas, dado que según los síntomas observados en las plantas; a continuación se hace una pequeña reseña sobre estos microorganismos.



## Historia y Características de los Fitoplasmas

Las enfermedades causadas por organismos parecidos a micoplasmas (MLO), ahora denominados fitoplasmas, se consideraban causadas por virus con características poco usuales hasta cuando Doi *et al* (1967) demostraron la presencia de organismos tipo micoplasmas en el floema de plantas infectadas con el enanismo de “mulberry”, escoba de bruja de la papa, amarillamiento del aster o escoba de bruja de “Paulownia”. Estos organismos se encuentran en las células cribosas del floema y aparentemente en raras ocasiones en células del parenquima floemático de las plantas infectadas.

Según Agrios (1978), los fitoplasmas son organismos pleomórficos, carecen de una pared celular verdadera y de la capacidad para sintetizar las sustancias que se requieren para formarlas y están rodeados de una membrana unitaria constituida por tres capas. Estos organismos son pequeñas células, en ocasiones ultramicroscópicas, que contienen citoplasma, ribozomas dispersos al azar y filamentos de materia nuclear (ADN). Su diámetro varía mucho; cuerpos que miden de 50 a más de 1,000 nm se han hallado en la mayoría de las enfermedades de este tipo. Su forma va de cocoides o ligeramente ovoides hasta filamentosas. En ocasiones producen estructuras miceloides ramificadas.

Parece ser que los fitoplasmas son capaces de reproducirse por gemación y por fisión binaria a partir de las células filamentosas y cocoides; los fitoplasmas son los procariotes más pequeños capaces de replicación autónoma. Carecen de flagelos, no producen esporas y son Gram negativas. Son parásitos obligados.

## **Clasificación Taxonómica de los Fitoplasmas**

La siguiente clasificación se hizo en base a Tully (1978) citado por Daniels (1982):

REINO: Prokaryotae

CLASE: Mollicutes

ORDEN: Mycoplasmatales

FAMILIA: Mycoplasmataceae

GENERO: Mycoplasma

### **Fitoplasmas Asociados a la Papa**

Según Khurana (1986) a este cultivo están asociados seis enfermedades causadas por fitoplasmas: enrollamiento púrpura del ápice, flavescencia marginal, escoba de bruja, filodia de la papa, “stolbur” y marchitez de la punta morada. Esta última es la de importancia en este trabajo.

### **Sintomatología de la Enfermedad**

Según Khurana (1986), citado por Maramorosch (1988), la enfermedad de la punta morada origina brotes erectos y las hojas se enrollan hacia arriba con el progreso de la misma. Se produce pigmentación púrpura en la base de los folíolos y los tallos se

marchitan debido a una necrosis del floema interno de los tallos. Las plantas jóvenes afectadas producen tallos axilares, tubérculos aéreos y engrosamiento de los nudos del tallo. Los tubérculos producidos por las plantas infectadas son numerosos pero pequeños, flácidos y originan brotes ahilados cuando se rompe la dormancia.

Según Alonso (1996), se desarrollan tubérculos aéreos en la inserción de las hojas en el tallo; esto ocurre cuando la parte aérea continúa produciendo reservas y ha sido bloqueado el transporte de productos de asimilación a los tubérculos; este bloqueo puede ser causado por daños mecánicos o por el ataque de algún hongo, como el caso de *Rhizoctonia solani*, en la parte baja del tallo.

Las plantas afectadas, además de presentar los síntomas anteriores, generalmente se quedan enanas y mueren prematuramente. La parte inferior del tallo bajo condiciones de campo frecuentemente desarrolla necrosis cortical, deshilachamiento del tejido y a menudo decoloración vascular (Hooker, 1990, citado por Alonso, 1992).

Hay autores que mencionan a ciertos hongos como posibles causantes de esta enfermedad, como es el caso de Guigón (1994), el cuál cita que el hongo *Fusarium* sp., causaba una cooración púrpura en los bordes de las hojas superiores de la planta, además del desarrollo de tubérculos en las yemas axilares.

Según Hooker (1990, citado por Alonso, 1992), menciona que el estrangulamiento parcial de los tallos en las plantas de papa, causado por *Fusarium solani*, puede suscitar una diversidad de síntomas como pigmentación púrpura de las hojas, aparición de tubérculos aéreos y a menudo clorosis y amarillamiento.

Enríquez (1998), cita al hongo *Rhizoctonia solani* como el causante de que los folíolos se amarillean o adquieren una tonalidad violeta, y se enrollan al tiempo que desarrollan numerosos tubérculos aéreos en las yemas axilares.

Un estudio realizado por Hernández, Sánchez y Cepeda (1998), el cual consistió en el aislamiento de patógenos, de plantas que presentaban síntomas de la enfermedad; este trabajo dio como resultado la obtención de dos hongos de los géneros *Fusarium oxysporum* y *Verticilium dahliae*. Por lo tanto ellos aseguran que estos hongos son patógenos relacionados con la enfermedad “punta morada de la papa”.

### **Formas de transmisión**

Según Doi (1967), citado por Manners (1986) los fitoplasmas son organismos muy sensibles a la luz ultravioleta y a la desecación, y son inmóviles, por lo que necesariamente tienden a ser transmitidos por algún vector o dentro de las estructuras del hospedero.

Los procariotes patógenos como los fitoplasmas se encuentran solo en el tejido vascular de las plantas infectadas. Para esto se necesitan métodos especializados de transmisión, tales como los injertos y los insectos. (Daniels, 1982).

Transmisión por vectores: En papa, aparentemente hay todavía mucha confusión acerca de los vectores de los fitoplasmas.

Según Brenztzell (1938) la enfermedad de la punta morada es transmitida por el vector *Macropsi fascifrons*.

Según Báez (1983) dice que los síntomas de esta enfermedad son producidas por el pulgón saltador *Paratrioza cockerelli* Sulc.

Los fitoplasmas son transmitidos de planta a planta por insectos que se alimentan del floema y la mayoría de las especies conocidas son chicharritas de la familia Cixiidae (Homóptera). (Witcom y Davis, 1970, citado por Daniels, 1982).

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

Según Tsai (1979), citado por Daniels (1982), dice que aunque los fitoplasmas tienen que pasar como mínimo 8 horas después de haber sido adquirido por su vector, es usual que pasen periodos por más de 24 horas.

Según Alonso (1992), los fitoplasmas invernan en plantas perennes o bianuales y malas hierbas. Algunas malezas que sirven de reservorio para el patógeno son *Convolvulus arvensis* (corre huela) y *Taraxacum officinale* (diente de león); también cita a la chicharrita *Macrostelus fascifrons* como el vector más importante de esta enfermedad.

## Control

El tratamiento de antibióticos hacia plantas enfermas asociadas a fitoplasmas, ha sido practicado como un diagnostico auxiliar desde el primer reporte de fitoplasmas en plantas. La susceptibilidad de los fitoplasmas, como grupo, a las tetraciclinas y su resistencia a la penicilina, fue usado por Ishii *et al* en 1967 (Daniels, 1982).

Según Smith (1971), citado por Daniels (1982), los fitoplasmas al ser procariotes que carecen de pared celular, estos presentan resistencia al grupo de los antibióticos de la penicilina, los cuales bloquean la biosíntesis de la pared celular de las bacterias. Pero los compuestos que afectan a los procariotes en general, atacando las funciones más básicas de la síntesis de proteínas o ácidos nucleicos, son generalmente inhibidores del crecimiento y reproducción de los fitoplasmas, como lo son la tetraciclina y la estreptomicina.

Se ha demostrado que estos organismos son susceptibles a la tetraciclina pero no a la penicilina, y que los síntomas de las plantas infectadas podían suprimirse, al menos temporalmente, mediante tratamientos con antibióticos.

Cuando las plantas infectadas se sumergen periódicamente en soluciones de tetraciclina, los síntomas, en caso de que hayan aparecido, disminuyen o desaparecen y en caso de que aún no esten presentes, se retarda su aparición. La aplicación de tetraciclina al follaje de las plantas infectadas es un método ineficaz.

Hasta ahora ninguno de estos tratamientos a sanado a ninguna planta enferma; los síntomas vuelven a aparecer poco después de que se deja de aplicar el tratamiento.

También se dice que si las plantas en proceso de crecimiento o los órganos de propagación en reposo son infectados, se pueden liberar por completo de estos organismos mediante tratamientos por calor. Esto debe de aplicarse en forma de aire caliente, en cámaras de crecimiento a una temperatura que va de los 30 a 37 °C durante varios días, semanas o meses, o bien en forma de agua caliente, sumergiendo los órganos en reposo a una temperatura de 30 a 50 °C, durante 10 min. (30°C) o 72 horas (50°C) (Agrios, 1978).

Cabe mencionar que el método de control más eficiente, para esta enfermedad, pudiera ser el uso exclusivo de semilla certificada y libre de este patógeno. Para esto, la producción de semilla debe realizarse en zonas que se saben que están libres de la presencia de posibles vectores y debe eliminarse toda planta que muestre algunos de los síntomas descritos.

El control de vectores no es una medida práctica, dado que todavía no esta comprobado al cien por ciento que esta enfermedad es transmitida por estos insectos (chicharritas), y cual familia en especial.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Ubicación de los Lotes**

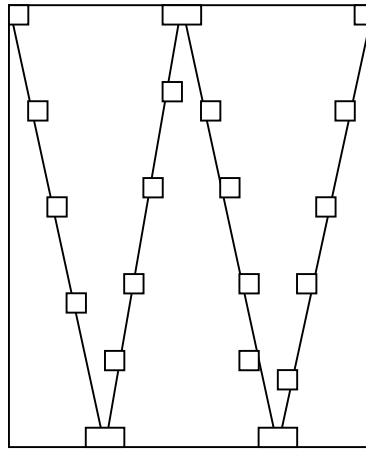
Este trabajo se realizó en el periodo comprendido entre el 5 de Septiembre al 3 de Octubre de 1998, en las localidades de Tokio, San Roberto y San Rafael, todas estas localizadas en el Municipio de Galeana, Nuevo León, el cual esta ubicado en la parte central del estado en las coordenadas 24° 50' latitud Norte y 100° 04' longitud Oeste, a una altitud de 1,650 msnm. Esta región presenta un clima templado semiárido con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 16.6 °C, con una mínima de 1 °C y una máxima de 30 °C, presentando una precipitación anual de 500 mm (Los municipios de Nuevo León, Sec. de Gob. 1988).

### **Muestreo**

En cada uno de los lotes mencionados, antes de realizar los muestreos, se especificaron los siguientes factores: variedad del cultivo, días a la siembra, enfermedades, malezas e insectos presentes en él.

Después de obtenidos estos datos, se procedió a realizar el muestreo, este fué del tipo W (fig. 2), el cual generalmente consta de 9 puntos, pero esta vez fueron 20, lo cual se hizo con el fin de obtener resultados más confiables, estos puntos eran cada 10 pasos, los cuales constaban de 10 plantas cada uno. En cada punto, se tomó nota de cuantas estaban afectadas por la enfermedad (incidencia), así como el grado de daño en que esta se presentaba (severidad), luego se obtuvo un promedio entre las 10 plantas de cada punto y el dato resultante era el que se apuntaba en la tabla correspondiente (Cuadro 1 y 4 del Apéndice)





**Fig. 1** Tipo de muestreo realizado en cada lote con sus 20 puntos correspondientes. Depto. de Parasitología, UAAAN. 1999.

### **Determinación de Incidencia**

La incidencia de la enfermedad, es el número o proporción de plantas enfermas en un lugar dado. La evaluación de la incidencia es relativamente rápida y fácil de llevar a cabo y es la medida que más se utiliza en los estudios epifitiológicos para determinar la desimnación de una enfermedad en un campo de cultivo, región o país (Agrios, 1978). En este trabajo, la incidencia en cada punto muestreado se determinó tomando en cuenta la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de incidencia} = \frac{\text{número de plantas enfermas}}{\text{número de plantas muestreadas}} \times 100$$

### **Determinación de Severidad**

La severidad de la enfermedad generalmente se expresa como el porcentaje o proporción del área de la planta o volumen de fruto, destruido por el patógeno (Agrios, 1978).

Según French y Hebert (1982), para establecer una escala de grados de severidad de una enfermedad cuyo daño se puede estimar según el porcentaje de superficie afectada (sea superficie de hojas, tallos, raíces, tubérculos, fruto) se deben realizar observaciones del daño bajo diversas condiciones (lugar, fecha, variedad madurez del cultivo) y acumular evidencia en la forma de muestras preservadas, dibujos o fotografías, de todos los grados de incidencia que ocurren. Si no se puede encontrar un ámbito adecuado, podría ser necesario producir epidemias controladas. Se debe juzgar (o definir experimentalmente) de cual parte de la planta y en que fechas o estados de crecimiento se deben tomar las muestras.

En este trabajo la severidad se obtuvo a partir de una escala arbitraria, hecha en base a los criterios, hacia los síntomas que la enfermedad va presentando en la planta durante su desarrollo. El siguiente cuadro muestra los diferentes grados de severidad que conforman la escala:

ESCALA	SINTOMA
0	Planta sana
1	Clorosis
2	Bordes violetas
3	Tallos axilares
4	Tubérculos aéreos
5	Planta marchita o muerta

CUADRO 1. Escala de severidad utilizada en este trabajo.

Posteriormente, ya con los datos del muestreo, estos se concentraron en dos tablas, una para incidencia y otra para severidad, para luego utilizar el método de la Diferencia Mínima Significativa (DMS).

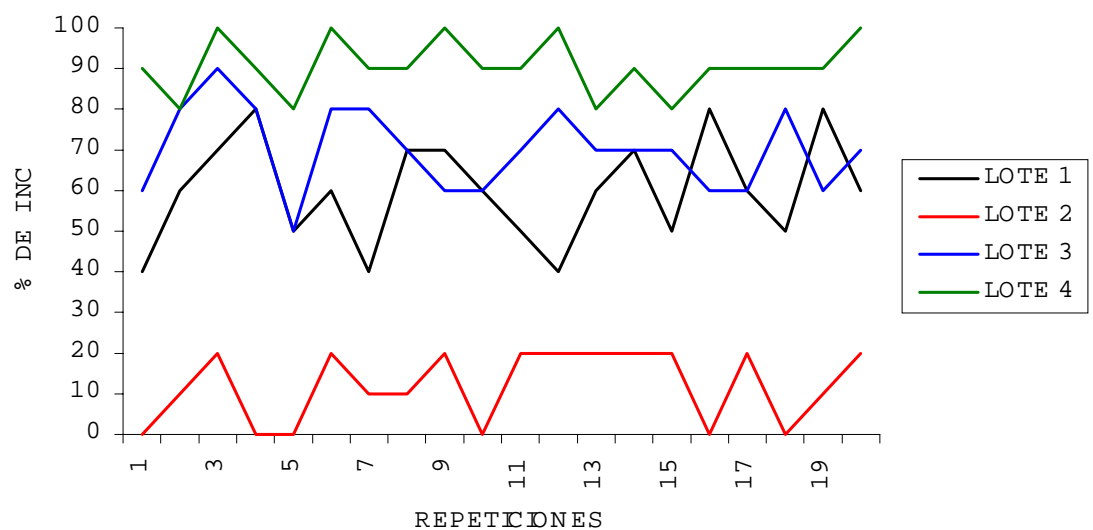
## RESULTADOS Y DISCUSION

### Determinación de incidencia y severidad

Este trabajo realizado en la región de Galeana, Nuevo León, en 3 localidades diferentes, Tokio, San Roberto y San Rafael, arrojó resultados suficientes para poder hacer una relación entre estos dos parámetros con los otros factores tomados en cuenta, en cada uno de los lotes muestreados (Variedad del cultivo, etapa fenologica, etc.).

Como se había comentado anteriormente, los valores de los 20 puntos muestreados (repeticiones) en cada uno de los 4 lotes (tratamientos), se compararon con el método de la Diferencia Mínima Significativa (DMS), lo cual arrojó los siguientes resultados:

Con lo respecta a la incidencia, los datos del muestreo en cada lote (Cuadro1 del apéndice), se graficaron (Figura 2) con el fin de tener una idea de cómo esta variable se comportó en los lotes.



**FIGURA 2.** Gráfica de incidencia en cada uno de los 4 lotes muestreados en la Región de Galeana, Nuevo León. Departamento de Parasitología, UAAAN, 1999.

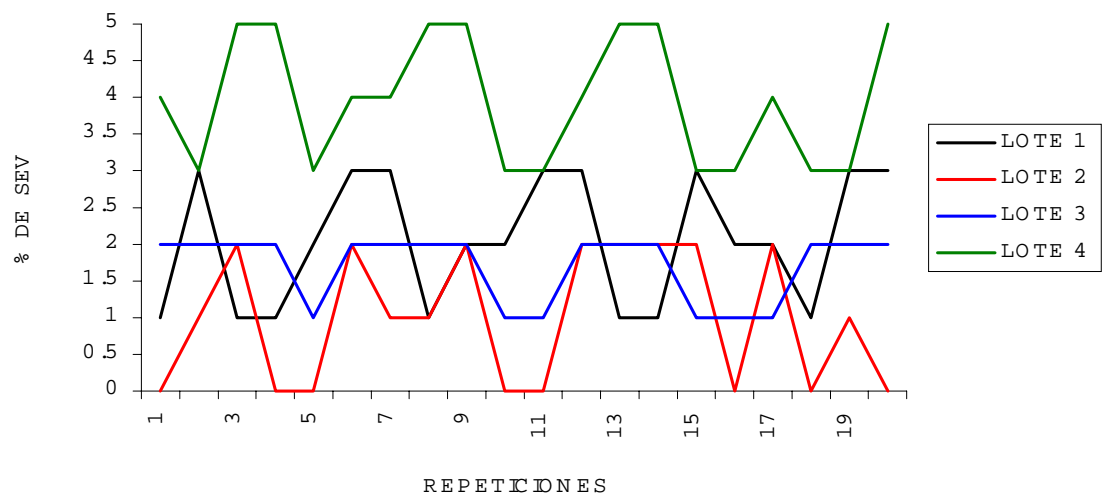
Con la gráfica anterior se puede tener una idea de cómo la incidencia no se comportó de manera uniforme en todos los lotes, lo cual se explica de manera más explícita al final de este capítulo.

Los lotes presentaron medias de incidencia (Cuadro 2) diferentes.

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA
1	20	60.00000
2	20	11.00000
3	20	70.00000
4	20	90.50000

**CUADRO 2.** Medias de incidencia en tres localidades de la región de Galeana, Nuevo León. Departamento de Parasitología, UAAAN, 1999.

Al igual que la incidencia, los datos sobre severidad se concentraron en una gráfica (fig. 3) para ver como se comportó en cada uno de los lotes.



**FIG 3.** Gráfica de Severidad en cada uno de los 4 lotes muestreados en la región de Galeana, Nuevo León. Departamento de Parasitología, UAAAN. 1999.

Con lo que respecta a la severidad los datos del muestreo, dieron como resultado la siguiente tabla de medias (Cuadro 3):

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	MEDIA
1	20	2.05000
2	20	1.00000
3	20	1.70000
4	20	3.95000

**Cuadro 3.** Medias de severidad en tres localidades en la región de Galeana, Nuevo León. Departamento de Parasitología, UAAAN, 1999.

De acuerdo con los resultados que muestran los cuadros anteriores y las gráficas, se pueden hacer algunas discusiones de cómo estos factores están relacionados; todo esto es explicado en los siguientes puntos.

1) Con lo que respecta a la etapa fenológica del cultivo, todos los lotes tenían una edad de 90 días aproximadamente, y por comentarios hechos por los propios productores, de que esta enfermedad presentan sus primeros síntomas, generalmente poco después de empezada la etapa de floración (60 días aproximadamente), esto se puede fundamentar, en que la enfermedad se presenta en etapa debido a la alta producción de nutrientes (carbohidratos) en esta fase, los cuales son esenciales para la alimentación del patógeno.

2) De acuerdo a la variedad del cultivo, la que más se muestreó fue la Alpha; además de que había más variedades sembradas (Atlantic, Gigant y Mondial)

pero en menos proporción. La susceptibilidad de esta variedad se puede deber a que presenta el ciclo vegetativo más largo por consiguiente el periodo de floración es más largo, lo que hace que halla más tiempo de exposición a la enfermedad.

3) La incidencia es un punto muy importante, dado que los resultados variaron significativamente de un lote a otro.

Por ejemplo, el lote 1 presentó una incidencia del 60%, mientras que el lote 2 mostró apenas un 1%; sin embargo, las condiciones de los cultivos también eran muy distintas entre sí, mientras que en lote 1 había presencia de virosis, pulgones y malezas, además de la enfermedad, el lote 2 estaba muy limpio, muy bien cuidado. Esto se puede explicar, tomando en cuenta lo comentado por el propietario del lote 2, que lo más importante para el control de esta enfermedad es el uso de semilla certificada y libre del patógeno.

Lo anterior se puede afirmare de acuerdo con los resultados de la comparación de medias (Cuadro 3 del Apéndice), lo cual indica que todos los lotes son diferentes.

4) Según los resultados obtenidos para severidad, se puede decir que este factor puede ser directamente proporcional a la presencia de incidencia en el lote, como a continuación se explica.

En el lote 2 en el cual se obtuvo una incidencia de apenas del 1%, difícilmente se encontraron plantas con bordes violetas, correspondiente al nivel 2, de la escala de severidad; mientras que en lote 4, el cuál presentó un incidencia de hasta el 90%, se encontraron plantas marchitaz o ya muertas, correspondientes al nivel 5 de la escala de severidad.

Con lo obtenido en la comparación de medias (Cuadro 6 del Apéndice), los lotes que presentaron similitud fueron el 1 (Tokio) y el 3 (San Rafael).

5) En este punto cabe señalar algunos datos tomados en cuenta durante el trabajo:

Las plantas atacadas por esta enfermedad, se marchitan o mueren más rápidamente que las plantas sanas.

También hubo comentarios hechos por los productores, de que la presencia de la punta morada puede estar relacionada con una deficiencia de potasio en la planta.

Cabe mencionar que uno de los efectos que produce esta enfermedad en la planta, es la producción de numerosos tubérculos pero de tamaño pequeño.

También se dice que la presencia de esta enfermedad puede ocurrir, por las condiciones adversas que se presentan en esta región, como pueden ser los suelos calcáreos, los cuales pueden ocasionar un stress de humedad en la planta.

Por último, se quiere hacer una recomendación acerca de la escala de severidad utilizada en este trabajo, en la cual se observó que el nivel 2 de esa escala, correspondiente al síntoma de clorosis, es muy engañoso, dado que al hacer los muestreos no se encontró este síntoma por sí solo, sino que siempre se observó ligado al síntoma de bordes violetas, correspondiente al nivel 3 de dicha escala. Por consiguiente, se recomienda anular el nivel 2 de esa escala, para evitar confusiones en trabajos posteriores acerca de esta enfermedad.



## CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en este trabajo, y ya hechas las discusiones, se dedujeron las siguientes conclusiones:

La presencia de incidencia y severidad, esta relacionada con el uso de variedades determinadas y la etapa fenológica en que esta se encuentra.

La severidad de la punta morada en papa, es directamente proporcional a la incidencia; a menor incidencia, menor severidad, y a mayor incidencia mayor severidad.

El manejo del cultivo es directamente proporcional a la incidencia de esta enfermedad; entre menos sea el cuidado del cultivo, mayor será la incidencia de la punta morada, y si el cuidado del cultivo es mejor menor será la incidencia.

Con lo anterior se acepta la hipótesis del presente trabajo.

## LITERATURA CITADA

- Agrios, G.N. 1978. "Fitopatología". 2da. Reimpresión.  
Editorial Limusa, S.A. de C.V. México, D.F.
- Alonso, A.F. 1996. "El cultivo de la patata". Editorial Mundi-Prensa.  
Barcelona, España.
- Alonso, C.Z. 1992. Evaluación de Fungicidas para el control de la costra negra *Rhizoctonia solani* (Kühn) en papa *Solanum tuberosum* en Galeana, Nuevo León". Tesis. Licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, México.
- Báez, P.M. 1983. "La papa (*Solanum tuberosum* L)". Monografía.  
UAAAN, Buenavista, Saltillo, México.
- Daniels, M.J. 1982. "Plant and insect mycoplasma techniques"  
Croom Helm Ltd, St. John's Road, London, England.
- Dirección de Investigación, 1984. "Marco de referencia sobre el cultivo de la papa". UAAAN, Buenavista, Saltillo, México.
- Enriquez, A.E. 1998. "El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L) y sus principales plagas y enfermedades". Monografía. UAAAN.  
Buenavista, Saltillo, México.
- French, E.R. y Hebert, T.T. 1982. "Métodos de Investigación Fitopatológica"  
Capítulo 12. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San Jose, Costa Rica.
- Guigon, L.C. 1994 "Epidemiología de las enfermedades de la papa causadas por hongos fitopatógenos del suelo en el sur de Coahuila y Nuevo León". Tesis. Maestría, UAAAN, Buenavista, Saltillo, México.
- Hernández, H.H., Sánchez, A.A. y Cepeda, M.C. 1998. "Efecto de los hongos *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* en los síntomas de la punta morada en el sur de Coahuila y Nuevo León". Revista Mexicana de Fitopatología. Volumen 16, Suplemento 1, 1998.  
Pag. 15
- Lino, S.C. 1997. "Sistema de producción de papa en el sureste de Coahuila y suroeste de Nuevo León". Tesis, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Manners, J.G. 1986. "Introducción a la fitopatología". 1ra. Edición.  
Editorial Limusa, S.A. de C.V. México, D.F.

- Maramorosch, *et al.* 1988. "Mycoplasma diseases of crops" Springer-Verlag Inc., N.Y., E.U.
- Secretaria de gobernación. 1988. "Los municipios de Nuevo León" 1ra. Edición. Banco de datos, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- SEP.1983. "Papas". Manuales para la educación agropecuaria. 1ra Edición, Editorial Trillas, S.A. de C.V. México, D.F.

# **A P E N D I C E**

CUADRO 1. Tabla de datos sobre incidencia de cada punto de muestreo en los 4 lotes de 3 localidades de la región de Galeana, Nuevo León. Depto. de Parasitología, UAAAN, 1999.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES (Puntos muestreados/lote)									
	1	40	60	70	80	50	60	40	70	70
	50	40	60	70	50	80	60	50	80	60
2	0	10	20	0	0	20	10	10	20	0
	20	20	20	20	20	0	20	0	10	0
3	60	80	90	80	50	80	80	70	60	60
	70	80	70	70	70	60	60	80	60	70
4	90	80	100	90	80	100	90	90	100	90
	90	100	80	90	80	90	90	90	90	100

CUADRO 2. Análisis de Varianza sobre incidencia en 4 lotes de 3 localidades diferentes en la región de Galeana, Nuevo León. Departamento de Parasitología, UAAAN, 1999.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	68263.750000	22754.583984	225.3223	0.000
ERROR	76	7675.000000	100.986839		
TOTAL	79	75938.750000			

C.V. = 17.36 %

CUADRO 3. Resultados de la comparación de Medias sobre incidencia de los 4 lotes muestreados en 3 localidades de la región de Galeana, Nuevo León. Depto. de Parasitología, UAAAN, 1999.

TRATAMIENTO	MEDIA
4	90.5000 A
3	70.0000 B
1	60.0000 C
2	11.0000 D

Nivel de Significancia = 0.05

CUADRO 4. Tabla de datos sobre severidad de cada punto de muestreo en los 4 lotes de 3 localidades en la región de Galeana, Nuevo León. Depto. de Parasitología, UAAAN, 1999.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES (Puntos muestreados/lote)									
	1	3	1	1	2	3	3	1	2	2
1	3	3	1	1	3	2	2	1	3	3
	0	1	2	0	0	2	1	1	2	0
2	0	2	2	2	2	0	2	0	1	0
	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1
3	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2
	4	3	5	5	3	4	4	5	5	3
4	3	4	5	5	3	3	4	3	3	5

CUADRO 5. Análisis de Varianza de la severidad en 4 lotes muestreados de 3 localidades de la región de Galeana, Nuevo León. Departamento de Parasitología, UAAAN, 1999.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	95.449982	31.816660	48.2648	0.000
ERROR	76	50.100006	0.659211		
TOTAL	79	145.549988			

C.V. = 37.33 %

CUADRO 6. Resultados de la Comparación de Medias, sobre severidad, de los 4 lotes en 3 localidades de la región de Galeana, Nuevo León. Depto. de Parasitología, UAAAN, 1999.

TRATAMIENTO	MEDIA
4	3.9500 A
1	2.0500 B
3	1.7000 B
2	1.0000 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05