

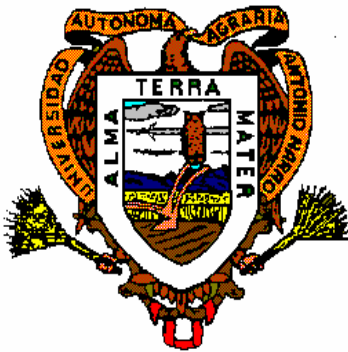
**EPIDEMIOLOGIA DE LA PUNTA MORADA DE LA PAPA EN LA  
REGIÓN SUR DE COAHUILA Y NUEVO LEÓN**

**VALENTIN SANTIAGO CRUZ**

**TESIS**

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

**MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA**



**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**PROGRAMA DE GRADUADOS**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Julio de 2005.**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO**

**EPIDEMIOLOGIA DE LA PUNTA MORADA DE LA PAPA EN LA REGIÓN  
SUR DE COAHUILA Y NUEVO LEON**

**TESIS**

**POR**

**VALENTIN SANTIAGO CRUZ**

**Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada  
como requisito parcial para obtener el grado de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA  
COMITE PARTICULAR**

**Asesor principal: \_\_\_\_\_**

**M. C. Abiel Sánchez Arizpe**

**Asesor: \_\_\_\_\_**

**Dr. Alberto Flores Olivas**

**Asesor: \_\_\_\_\_**

**Dr. Francisco Daniel Hernández Castillo**

**Asesor: \_\_\_\_\_**

**M. C. Antonio Cárdenas Elizondo**

**Asesor: \_\_\_\_\_**

**M. C. Víctor Manuel Parga Torres**

**Asesor: \_\_\_\_\_**

**M. C. Félix de Jesús Sánchez Pérez**

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

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, Julio de 2005.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A MI ALMA MATER** por haberme brindado la oportunidad de realizarme profesionalmente.

**AL COMITÉ DE ASESORIA** por su valioso apoyo para el desarrollo de esta investigación y llevar a buen término este escrito.

**AL M.C. Abiel Sánchez Arizpe** por su apoyo y sugerencias brindadas en la revisión de este trabajo.

**AL COMITÉ ESTATAL DE SANIDAD VEGETAL DE COAHUILA,** especialmente al Ing. José Luís Duran de la Peña por su gran ayuda y disponibilidad brindada para la culminación de esta investigación.

**A MIS AMIGOS** Adalberto Aguirre, Catalina Chávez, Raquel Guillen, Blanca Mares por su gran amistad y apoyo incondicional brindado durante mi estancia en el postgrado.

## DEDICATORIA

**A DIOS:** Por permitirme cumplir una etapa mas en mi vida, brindándome el conocimiento y el entendimiento necesario para seguir adelante.

**A MIS PADRES:** Mario Santiago Garcés y Guadalupe Cruz Rivera por su cariño y confianza brindado durante toda la vida.

**A MIS HERMANOS:** Concepción, Maria Rosa, Oralia, Leticia y Francisca por su cariño y apoyo mostrado durante toda mi vida.

**A MI ESPOSA:** Esperanza Cabrera Cabrera, por el amor y la comprensión brindada para alcanzar esta meta.

**A MI HIJA IYARI** por la felicidad que ha brindado a mi vida.

## COMPENDIO

### EPIDEMIOLOGÍA DE LA PUNTA MORADA DE LA PAPA EN LA REGIÓN SUR DE COAHUILA Y NUEVO LEÓN

POR

VALENTIN SANTIAGO CRUZ

MAESTRIA EN PARASITOLOGIA AGRÍCOLA, UNIVERSIDAD AUTONOMA  
AGRARIA ANTONIO NARRO; BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA.

JULIO 2005

M. C. Abiel Sánchez Arizpe -Asesor-

**Palabras clave:** Fitoplasmas, *Solanum tuberosum*, Hospederos, Psílido de la papa.

El presente estudio se llevo a cabo en cinco lotes dentro de la región productora de papa ubicada al sur de los estados de Coahuila y Nuevo León, México, con el objetivo de determinar la epidemiología de la punta morada de la papa, para ello se realizaron muestreos de plantas de papa las cuales presentaron los síntomas típicos de la enfermedad como enrollamiento de hojas, coloración púrpura de folíolos, formación de brotes axilares y entrenudos cortos, este muestreo se realizó en cada etapa fenológica del cultivo (surco verde, surco cerrado, floración y cosecha) y las muestras se trasladaron al laboratorio de parasitología molecular del departamento de Parasitología para su procesamiento. Los resultados obtenidos mostraron que la incidencia de la

punta morada fluctuó entre 45 a 85 % y los síntomas de ésta enfermedad comenzaron a manifestarse a partir de los 42 días después de la siembra e incrementándose rápidamente durante el período de floración; la severidad de la punta morada en el cultivo de la papa mostró una necrosis vascular en los tallos y un manchado interno en los tubérculos. Por otra parte la fluctuación poblacional de insectos, registro las capturas mas altas de *Bactericera cockerelli*, pulgones y chicharritas a finales del mes de abril y en los primeros días del mes de mayo. En los análisis de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), tres de los cinco lotes estudiados resultaron positivos al fitoplasma de la punta morada de la papa a partir de ADN de *B. cockerelli*, foliolos y tubérculos de papa, así mismo, la maleza correhuela (*Convolvulus arvensis*) resultó positiva al fitoplasma; sin embargo, en el análisis de correlación estadística de la incidencia de punta morada de la papa con los insectos *B. cockerelli*, chicharritas y pulgones, se observó que éstos últimos tuvieron un coeficiente de correlación alto, además, algunos factores ambientales mostraron una correlación positiva con la sintomatología de la punta morada de la papa.

**COMPENDIUM**

**EPIDEMIOLOGY OF POTATO PURPLE TOP IN THE SOUTHERN AREA OF  
COAHUILA AND NUEVO LEON, MEXICO.**

**BY**

**VALENTIN SANTIAGO CRUZ**

**MASTERSHIP IN AGRICULTURE PARASITOLOGY, UNIVERSIDAD  
AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO; BUENAVISTA, SALTILLO  
COAHUILA.**

**JULY 2005**

**M.C. Abiel Sanchez Arizpe – Advisor-**

**Key words:** Phytoplasms, *Solanum tuberosum*, Hosts, Potato psyllid.

The present study was developed at the South of potato region in Coahuila and Nuevo León, México. The objective of this work consisted in determining the potato purple top (PPT) epidemiology. Surveys were done from plants with typical symptoms, such as upper leaflets roll, purple pigmentation, proliferation of axillary buds and shortening of stem nodes in each phenological

stage of the crop (green furrow, closed furrow, flowering and yield). Samples were processed at the laboratory of Parasitological Molecular, Department of Parasitological, UAAAN. Results revealed that PPT incidence ranged 45 to 85%. Symptoms began to express until 42 days after seeding and increased faster in flowering stage. Regarding PPT severity, it was expressed as vascular necrosis in the stems and tubers internal discoloration. *Bactericera cockerelli*, aphids and leafhoppers populations were registered high in the late days of April and early days in May. The Polymerase Chain Reaction (PCR) analysis indicated that three out of five plots studied in this research were positive to PPT presence. Such detection was made on DNA from *B. cockerelli*, potato leaflets and tubers, as well as from the weed *Convolvulus arvensis*. A correlation analysis applied to infer the association between PPT and putative vectors such as *B. cockerelli*, leafhoppers, and aphids result in a significant high correlation coefficients. In addition, a positive and significant correlation was observed between several environmental factors (temperature, moist environment, rain) and PPT.



<b>CONTENIDO</b>	Pag.
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>OBJETIVOS</b> .....	3
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
Origen y Distribución.....	4
Botánica del cultivo.....	5
Ubicación Taxonómica.....	6
Importancia del cultivo a nivel Mundial y nacional.....	7
Aspectos Parasitológicos.....	8
Punta Morada.....	9
Antecedentes .....	9
Importancia y distribución .....	10
Síntomas .....	12
Organismo Causal.....	14
Hongos.....	14
Fitoplasmas .....	15
Antecedentes.....	15
Clasificación y características.....	16
Mollicutes.....	17
Clasificación y características.....	17
Características específicas.....	18
Trasmisión.....	19
Sintomatología.....	21
Hospederos .....	22
Virus .....	23
<b>CONCLUSIONES GENERALES</b> .....	24
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	25
<b>APÉNDICES</b> .....	34

## INTRODUCCIÓN

La Papa (*Solanum tuberosum* L.) es una de las fuentes de alimentación humana mas importante, ocupa el quinto lugar entre los principales cultivos alimenticios del mundo después del trigo, arroz, maíz, cebada y es el más sobresaliente de todos los cultivos productores de tubérculos (Rowe, 1993). Además, se emplea como planta forrajera e industrial suministradora de alimento para el ganado y de materia prima para la industria del almidón y del alcohol. Los principales países productores son: China, Federación Rusa, India y EUA. En México existen varios estados productores de papa entre los que destacan Coahuila y Nuevo León, cultivándose alrededor de 65,000 ha/año (Kondo, 1997; INEGI, 2002). El cultivo de papa en el sureste de Coahuila y suroeste de Nuevo León ocupa una superficie aproximadamente de 6,000 ha aportando el 11 % de la producción nacional, por lo tanto es considerado uno de los cultivos predominantes y constituye la principal derrama económica en la generación de empleos en el sector agrícola de la región (Hernández, 2001; INIFAP, 2002). Entre los factores que limitan la producción de papa sobresalen insectos, nematodos, malezas y enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus y fitoplasmas (INIFAP, 2002). Actualmente una de las principales enfermedades que afecta a este cultivo es la punta morada de la papa, la cual se encuentra distribuida en Canadá, EUA, Centro y Sudamérica, en donde Perú y México la han reportado como un problema muy serio (García y Rodríguez,

1998). Esta enfermedad es ocasionada por microorganismos conocidos como fitoplasmas que pueden ser transmitidos por chicharritas; además, en esta enfermedad se encuentran involucrados otros patógenos como *Fusarium oxysporum*, *Verticillium dahliae* y el virus del enrollamiento de la hoja de la papa (PLRV) (Guigón, 1994; Hernández, 2001). Actualmente se estima que un 50 % de la superficie sembrada en México es afectado notablemente por esta enfermedad, la cual es uno de los problemas que se encuentra más distribuidas en la mayoría de las zonas productoras de papa en México, como lo es Puebla, Tlaxcala, Estado de México, Nuevo León y León Guanajuato (Cadena, 1993). Las pérdidas varían hasta un 80 % del rendimiento. Además, los tubérculos infectados pierden valor en el mercado por la necrosis interna y baja la calidad industrial, dificultando la comercialización para consumo en fresco o su uso como semilla (Salazar, 2002). Investigaciones realizadas señalan como vectores de esta enfermedad a las familias taxonómicas *Cicadellidae* y *Fulgoroidea*, siendo las especies *Macrostelus fascifrons*, *M. divisus*, *Alebroides* sp. y *Orosius albicinctus*, reportadas como transmisores de la punta morada en otras partes del mundo (Lee, et al., 1998). En México se han reportado para el valle de Toluca y el Bajío Mexicano al género *Macrostelus* sin corroborar la especie y como hospederos alternos a *Cataranthus roseus*, *Parthenium argentatum*, *P. hysterophorus*, las cuales están distribuidas en los campos agrícolas del centro y norte de la República Mexicana, además, de otras plantas como nochebuenas y nopal, como hospederos alternos de estos fitoplasmas (Cadena y Galindo, 1985; Pérez y Martínez, 2000). Garzón et al. (1986) menciona que los fitoplasmas son transmitidos por chicharritas como

*Macrosteles* y un nuevo vector como es el psílido *Bactericera cockerelli*, este último reportado como transmisor del agente causal del permanente del tomate en México. Crawford (1914), consignó a *Pimus monophyla*, *Medicago sativa* y *Picea* sp. como hospederos mas frecuentes del psílido. Knowlton y Wyliw (1934) publicaron una lista de aproximadamente 40 solanáceas como hospedantes naturales de este psílido, donde se encuentra *Datura metel*, *D. stramonium*, *Nicotina tabacum*, *Solanum nigrum*, *S. tuberosum*, *S. rostratum* y *Capsicum annum*. Por tal razón se plantean los siguientes objetivos para esta investigación; Determinar la fluctuación poblacional de psílicos, pulgones y chicharritas en relación con la incidencia y severidad de la punta morada en el sur de Coahuila y Nuevo León; Detección de fitoplasmas en psílicos, pulgones y chicharritas como posibles vectores de la punta morada de la papa; Determinar la presencia de fitoplasmas en malezas como hospederas alternas y en plantas de papa.

## **REVISION DE LITERATURA.**

### **Origen y Distribución del Cultivo.**

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es una planta dicotiledónea que pertenece a la familia Solanaceae, 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 a esa región (Vavilov, 1951; Montalvo, 1984; Horton, 1988).

Huaman y Wissar (1988), afirman que el centro de origen de la papa es de las tierras altas del Sur de Perú más precisamente en el área comprendida entre el Cuzco y los alrededores del Lago Titicaca; extendiéndose hacia Bolivia, Chile y Argentina y por el Norte en Ecuador, Colombia, Venezuela, Centro América y México.

En México fué en 1946 cuando empezó a tomar mayor importancia con la llegada de John S. Niederhauser de la fundación Rockefeller; introdujo e impulso en base a las condiciones climáticas para este cultivo en los valles altos de la meseta central. El investigador formó un pequeño grupo de jóvenes mexicanos investigadores, que al principio se dedicaron a experimentar con

nuevas prácticas culturales, en León, Gto., el Distrito Guerrero en el estado de Chihuahua y en Navidad, Nuevo León. (Báez, 1983).

### **Botánica del Cultivo**

La papa es una planta anual, de tipo herbáceo; produce tallos aéreos y subterráneos; los primeros de 0.5 a 1.0 m de largo; presenta hojas pinaticompuestas en espiral e inflorescencia terminal en racimos con flores perfectas de colores diversos pudiendo ser blancas, amarillas y púrpuras de acuerdo con la variedad; el fruto es una baya redonda y pequeña de 1 a 3 cm de diámetro que contienen gran cantidad de semillas, las cuales solo se utilizan en trabajos de mejoramiento (Edmond, 1989). El Estolón son tallos subterráneos modificados y laterales; generalmente se originan desde nudos basales primarios bajo el nivel del suelo cuando las plantas son provenientes de tubérculos y cuando nacen de semilla son originados de nódulos basales primarios sobre el nivel del suelo (Báez, 1983). El tubérculo es un tallo subterráneo ensanchado, en la superficie posee yemas axilares en grupos de 3-5 y protegidas por hojas escamosas (ojos) (Montaldo, 1984).

Morfológicamente los tubérculos son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa; un tubérculo tiene dos extremos: el basal ó extremo basado al estolón, que se llama talón y el extremo opuesto, que se llama extremo apical o distal; en la mayoría de las variedades comerciales la forma del tubérculo varía entre redondo, ovalado y oblongo. Además de estas formas, algunos cultivares primitivos producen

tubérculos de diversas formas irregulares; en un corte longitudinal, el tubérculo muestra los elementos siguientes, del exterior hacía el interior: peridermo ó piel, corteza, sistema vascular, parénquima de reserva y tejido medular o médula (Huamán, 1986).

### **Ubicación Taxonómica.**

Báez (1983), ubica al cultivo de la papa dentro de los siguientes niveles taxonómicos:

Reino.....Plantae  
Subreino.....Embryophyta  
División.....Spermatophyta  
Tipo.....Angiospermae  
Clase.....Dicotiledonea  
Subclase.....Gamopetala  
Orden.....Tubiflora  
Familia.....Solanaceae  
Tribu.....Solaneae  
Género.....*Solanum*  
Especie.....*tuberosum*

## **Importancia del Cultivo**

### **Importancia mundial.**

La papa, es una especie muy importante valiosa y ampliamente conocida; se encuentra en cuarto lugar, después del trigo, arroz y maíz. La papa ofrece generosas proporciones de Ca, P, Fe y vitaminas (A,B,C). Su contenido en proteínas es discreto, pero su valor vitamínico es bueno, principalmente por la vitamina C y además por la Tiamina, Riboflavina, y Niacina (Escobedo, 1979). Como ejemplo de su enorme influencia en la alimentación humana, basta recordar la gran epidemia que apareció en Europa a mediados del siglo pasado causada por una enfermedad de la papa conocida hoy como tizón tardío. Esta enfermedad apareció en Irlanda en 1845, provocando un gran desastre económico que se extendió al resto de Europa. Debido a la hambruna causada por la pérdida de los cultivos de papa, más de un millón y medio de la población Irlandesa pereció de hambre y más de un millón emigraron a otros países, particularmente a Estados Unidos de Norteamérica y a Australia (Ochoa, 1991).

### **Importancia nacional.**

México por la privilegiada variedad de condiciones climáticas en su extenso territorio, es uno de los pocos países en el mundo que dispone de tubérculos todo el año para consumo y siembra. Además, la papa es un insumo para procesamiento industrial, ya que de esta, se obtiene el almidón, harina,



dextrina, alcohol y glicerina. Los tubérculos pequeños o maltratados, son buen alimento para el ganado, aunque se debe tener cuidado que no se encuentren verdes, ya que entonces contiene solanina, que es un tóxico violento (Anonimo, 1993).

Valdez (1989), menciona que en nuestro país la papa empezó a tomar importancia en la década de los cuarenta. De acuerdo a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (actualmente SAGARPA), en el año de 1940 se cultivaron en todo el país 18,060 has. y se produjeron 70,819 toneladas, mientras que en 1979, se sembraron 86,803 has. con una producción de 1,049,080 ton.

En el año de 2002 se cultivaron alrededor de 65,000 has y se obtuvo una producción de 1'536, 058 ton ( INEGI, 2002).

### **Aspectos Parasitológicos del Cultivo.**

La papa es una hortaliza que tiene muchos problemas fitosanitarios. Dentro de las plagas que atacan podemos mencionar al *pulgon* (*Epitrix cucumeris*), el pulgón verde (*Myzus persicae*), además del gran problema de la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), los nematodos como *Meloidogyne*, *Globodera*, *Ditylenchus* y *Pratylenchus* constituyen un problema serio que pueden causar perdidas cuantiosas si no se tiene un control adecuado. Para su control se utilizan convencionalmente productos químicos, pero puede

implementarse el control biológico y practicas culturales para su manejo (Valadez, 1994).

Por otro lado las enfermedades mas comunes y dañinas en este cultivo son los tizones, el tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y en segundo lugar el tizón temprano causado por el hongo *Alternaria solani*; estas enfermedades se pueden controlar llevando una calendarización de fungicidas de contacto y sistémicos, además de realizar si se cuenta con los medios de predicción de incidencia por cálculos de las condiciones climáticas. Otro problema del cultivo de la papa son los virus; para esto se recomienda utilizar semilla sana y certificada, así como variedades resistentes o tolerantes (Valadez, 1994).

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

#### **Antecedentes.**

La punta morada de la papa y los daños que causa, ha sido conocida desde el año de 1915 (Younkin, 1943); Beall y Cannon (1945), señalaron que la causa de la enfermedad era todavía incierta, aunque relacionaban a dicha enfermedad con algunos insectos plaga.

Nagaich y Giri (1973), mencionan que una enfermedad trasmisible por injerto denominada enrollamiento por punta morada de la papa es prevalente en las regiones montañosas de la India, causando pérdidas en el rendimiento del orden del 40 a 70 %.

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

García (1996), señaló que a principios de la década de los noventa, en las áreas paperas de Coahuila, Nuevo León, Jalisco y otras áreas paperas del país, comenzó a manifestarse una enfermedad de etiología desconocida ocasionando amarillamientos, enrollamientos de folíolos de color morado, formación de tubérculos aéreos, necrosis vascular en tallos y tubérculos; actualmente a dicha enfermedad se le conoce con el nombre de “punta morada de la papa” causando grandes pérdidas en la producción, principalmente en aquellos tubérculos destinados a la industrialización.

### **Importancia y Distribución de la punta morada.**

Mcleod (1954), ya reportaba la punta morada como un factor importante que limitaba la producción de papa en algunas áreas paperas de Canadá, México y Estados Unidos .

García y Rodríguez (1998), señalaron que además de encontrarse en Canadá, México y Estados Unidos también se encuentra en la india. En la actualidad se encuentra distribuida en Centro y Sudamérica, causando

pérdidas económicas importantes en varias zonas paperas y prácticamente se encuentra en todos los continentes (Calderoni, 1978; Alonso, 1996).

Cervantes y Rubio (1963), mencionaron que la punta morada de la papa se constituyó como un problema importante en las zonas paperas de Silao y León, Gto.; en Zamora, Michoacán y Toluca, Edo. de México. Actualmente se ha convertido en un problema importante en la producción de papa comercial y para semilla; se encuentra ampliamente distribuida y puede causar grandes pérdidas en el rendimiento y calidad de los tubérculos (Cadena, 1993; Zavala y Cadena, 1998).

Cadena (1993), reportó que en 1991 la incidencia de la enfermedad fue del 33-50 % en León, Guanajuato; en algunas zonas paperas del Estado de México del 17-95 % ; en el Valle de Toluca, Michoacán, Tlaxcala y Veracruz se detectaron porcentajes bajos en la incidencia entre 1 y 2.1 %. Durante 1992, la incidencia en el Estado de México fue del 0.4- 8.6 %; en la región papera de Tlaxcala del 0.2- 45 %; en Hidalgo fue del 3.5-83.3 % y en Puebla en una localidad no mencionada del 13 %.

A nivel nacional la incidencia de la enfermedad se ha mantenido en porcentajes altos, para 1993 la enfermedad alcanzó el 30 % de tubérculos dañados, el 60 % en 1994 (García, 1996) y hasta el 90 % en 1995 (García y Rodríguez, 1998).

Cadena (1993), reporto una incidencia del 37-90 % en 1991 en la zona papera del sur de Coahuila y Nuevo León.

## **Síntomas**

Los primeros síntomas aparecen en los brotes terminales y las hojas se enrollan y toman un color morado de donde la enfermedad toma su nombre, es común observar en algunos casos la aparición primero de una tonalidad amarilla en la parte aérea de la planta, posteriormente adquiere el color morado. A medida que avanza la enfermedad la planta detiene su desarrollo y se produce una brotación anormal de las yemas axilares, también se observa el engrosamiento de nudos y la formación de pequeños tubérculos aéreos. En la parte basal de los tallos hay necrosis vascular y en el interior de los tubérculos el anillo vascular se observa necrosado, la planta enferma toma al final una apariencia de marchites con un tono amarillento a morado apagado y muere prematuramente (Calderoni, 1978; Cadena y Galindo, 1985 y Alonso, 1996).

Maramorosch (1988), indico que los síntomas de la punta morada de la papa pueden diferir dependiendo de la altitud, de las variaciones de temperatura y la variedad; la coloración morada de la parte superior de la planta, es mas pronunciada en algunas variedades y algunos tubérculos aéreos producen folíolos en sus ápices.

Calderoni (1978), menciona que el color morado es mas intenso en las variedades con tendencias a formar antocianinas.

Los síntomas de la enfermedad aparecen aproximadamente de los 45 a los 60 días después de la siembra (Zavala y Cadena, 1998).

Cadena y Galindo (1985), señalaron que los tubérculos procedentes de plantas enfermas normalmente no brotan, o si lo hacen producen una brotación anormal que pueden ser brotes finos y débiles. Los tubérculos predispuestos al brote fino, tienden a brotar mas pronto que los tubérculos normales (Lippert, 1960).

El síntoma de brote fino puede ser gradual y va desde la producción de brotes débiles, hasta la falta total de brotación en los tubérculos; el brote fino es delgado, blanco y algunos de ellos producen prematuramente en su base, tubérculos pequeños aéreos, los cuales son capaces de originar plantas viables (Richardson y Racicot, 1958).

Al seccionar transversalmente los tubérculos, de las variedades susceptibles, se observa una mancha parda que se extiende radialmente desde los haces vasculares hasta la región parenquimática de la medula. Esta mancha necrótica también afecta los tejidos del estolón y es siempre mas intensa en la porción basal del tubérculo. El pardeamiento interno de los tubérculos causa

grandes pérdidas en los materiales destinados a la industria de las papas fritas (García, 1996).

### **Organismo causal.**

La punta morada de la papa es una enfermedad donde participan varios patógenos como hongos, fitoplasmas y virus.

### **Hongos.**

Existen hongos que atacan a la papa y que por su desarrollo afectan al sistema vascular de la planta, como consecuencia, ésta, produce síntomas como son coloración morada en los bordes de las hojas, producción de tubérculos aéreos, cambios en la coloración del sistema vascular.

Alonso (1996), señaló que dentro de los síntomas que causa el hongo *Rhizoctonia solani* al cultivo de la papa cuando el daño es severo es la formación de tubérculos aéreos de color verde o rojizo como resultado de la interferencia en la traslocación del almidón.

Guigón (1994), señala que algunas especies de *Fusarium* se ve influenciado en su ataque mas severo en lugares donde las temperaturas son relativamente altas, secas y calurosas, causando marchitamientos vasculares, pudriciones de tubérculos, raíz y tallos en el cultivo de papa. El mismo autor

menciona que llegó a observar en los bordes de las hojas superiores una coloración rosa púrpura y el desarrollo de tubérculos en las yemas axilares de las plantas de papa.

Hernández (2001), menciona que *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* se encuentran asociados a los síntomas de punta morada de la papa y que estos síntomas comenzaron a aparecer a los 55 días después de la siembra, observando plantas con folíolos de color morado, presencia de tubérculos aéreos y necrosis vascular en tallos y tubérculos de papa.

## **Fitoplasmas**

### **Antecedentes.**

Se conocen desde hace 3 décadas. En 1967 gracias a la microscopía electrónica se determinó que algunas de las enfermedades llamadas “yellow diseases” eran producidas por células procariontas y no por virus, como se presumía hasta entonces (Doi *et al.*, 1967). El descubrimiento de estos organismos parecidos a los micoplasmas, causantes de enfermedades animales, originó el inicio de un estudio exhaustivo y la búsqueda de su parentesco con el resto de los microorganismos. En un inicio se les llamó Organismos Tipo micoplasma ó MLO. En el año de 1994, el comité de taxonomía de los Mollicutes de la IOM (International Organization for Mycoplasmaology) estableció el nombre actual de fitoplasmas. Recientemente ha



sido propuesto el termino fitoplasmas como candidato a género “*Candidatus phytoplasma*” (The IRPCM Phytoplasma/Spiroplasma Working Team, 2003) Phytoplasma taxonomy group (2003).

**Clasificación y características.**

En un inicio, los seres vivos se clasificaban en 5 reinos (Whittaker, 1969). Sin embargo, Woese *et al.*,1990, mediante la comparación de los genes ribosómicos, presentaron un modelo filogenético que revolucionó los esquemas taxonómicos establecidos hasta el momento. Los seres vivos pasaron a clasificarse en tres dominios: **Bacteria** (o Eubacteria), **Archae** y **Eucarya**

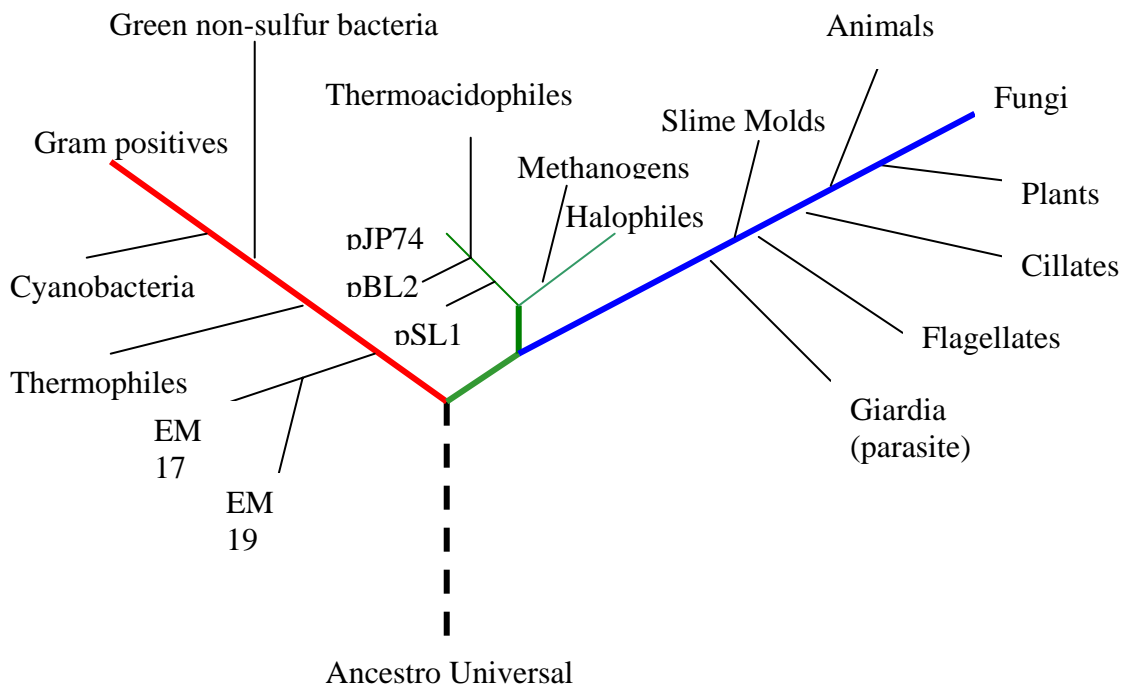


Figura 1. Clasificación de los seres vivos en tres dominios según el modelo filogenético basado en las secuencias del gen ribosómico descrito por Woese *et al.*, (1990).

En base al estudio de estos genes ribosómicos, los fitoplasmas se clasifican como:

Reino: Eubacteria

Phyllum: Tenericutes

Clase: Mollicutes

### **Mollicutes**

Clasificación y características.

El termino Mollicutes incluye una serie de características como:

- Ausencia de pared celular y por tanto resistentes a la penicilina pero sensibles a la tetraciclina y sus derivados (Tully, 1989).
- Pleomorfismo.
- Capacidad de pasar a través de poros de 450 nm.
- Genoma de tamaño pequeño.
- Parásitos, comensales y saprofita de animales y plantas.

Basándose en estudios filogenéticos de la secuencia del gen ribosómico 16S rDNA (Weisburg *et al.*, 1989; Woese *et al.*, 1990), se determino que los Mollicutes estaban relacionados con las bacterias Gram +, con un contenido en guanina/citosina(G+C) bajo. Ambos se habrían originado a partir de un mismos microorganismo ancestral, pero los Mollicutes en su evolución, habrían ido reduciendo sucesivamente su genoma así como, perdido la pared celular.

## **Características específicas de los fitoplasmas**

Son parásitos estrictos del hábitad intracelular de las plantas e insectos vectores. Su tamaño y desarrollo dependen del grado de desarrollo de los tubos cribosos donde se localizan, con capacidad de pasar lentamente a través de los poros de las células cribosas del floema.

La célula de los fitoplasmas está rodeada por una membrana plasmática trilaminar, de unos 10 nm de grosor, compuesta, al igual que el resto de procariotes, de 2/3 de proteínas y 1/3 de lípidos. Su citoplasma contiene ribosomas para la síntesis proteica, y una molécula de ADN doble circular. Se ha detectado también la presencia de ADN extracromosómico (Davis *et al.*, 1988; Nishigawa *et al.*, 2001).

El genoma es pequeño, con un alto contenido en genes. Presenta un único gen tARN isoleucina, común en todos los fitoplasmas (Kirkpatrick *et al.*, 1994). Por estudios serológicos y moleculares también se ha visto que los fitoplasmas contienen un gen que codifica para una proteína de membrana y ésta es única para cada tipo. Estas proteínas son abundantes en la superficie externa de la célula (Milne *et al.*, 1995) y de su estudio, se podría explicar la posible interacción fitoplasma-huésped (Morton *et al.*, 2003).

## **Trasmisión de los fitoplasmas.**

Los fitoplasmas se transmiten a través de insectos vectores pertenecientes al orden homóptera ( familias Cicadellidae, Cixidae, Cercopidae y Psillidae) con multiplicación persistente en el insecto. Aunque normalmente no se transmiten a la descendencia, se ha podido demostrar la transmisión vertical del fitoplasma flavescencia dorada y el fitoplasma de la hoja blanca de la caña de azúcar en los vectores *Scaphoideus titanus* Ball (Alma *et al.*, 1997) y *Matsumuratettix hiroglyphicus* (Hanboonsong *et al.*, 2002) respectivamente.

Los vectores reconocidos como transmisores de la punta morada en otras partes del mundo son las especies *Macrosteles fascifrons*, *M. divisus*, *Alebroides* sp. y *Orosius albicinctus* (Lee, *et al.*, 1998). En México, Beres *et al.* (1998), reportan al genero *Aceratagallia* como vector de fitoplasmas de la punta morada en el cultivo de papa; por otra parte, Garzón (1986) menciona que los fitoplasmas son transmitidos por chicharritas como *Macrosteles* y el psílido *Bactericera cockerelli*, este último reportado como transmisor del agente causal del permanente del tomate en México.

Los primeros reportes de punta morada de la papa mencionan que la transmisión por tubérculo semilla es baja, del orden del 1 a 2 % (Cadena-Hinojosa, 1974); además, recientemente se ha realizado la caracterización de los fitoplasmas implicados en esta enfermedad.

Beres, *et. al.* (1998), realizaron un estudio para identificar fitoplasmas asociados a los síndromes “punta morada” y “bola de hilo” en follaje y tubérculos de papa y tubérculos asintomáticos, logrando la detección de fitoplasmas en los tres casos y concluyendo que los dos síndromes eran causados por el mismo fitoplasma con un 100% de homología entre ellos; sin embargo, Leyva, *et. al.* (2002), reportaron que existen infecciones múltiples de fitoplasmas en una misma planta de papa. Utilizando PCR, RFLPs y análisis de secuencias de ADN, encontraron que el síndrome de la punta morada está asociado a un fitoplasma perteneciente al grupo 16S I, y el brote de hilo está asociado al grupo 16S II, por lo que existen enfermedades con mezcla de fitoplasmas.

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

El gen 16S ADN<sub>r</sub>, constituido por 1500 bases, se encuentra dentro del operón ribosómico de los procariotas, junto con otros 2 genes de ADN ribosómico, el 23S de 2900 bases y el 5S de 120 bases. Su orden es de 16S, 23S y 5S. Entre estos genes se encuentran las regiones espaciadoras, que pueden contener uno o mas genes de ADN<sub>t</sub> o de transferencia. Los operones ribosómicos en los procariotas se transcriben en una sola molécula de ARN y mas adelante se separan por cortes enzimáticos (Condon *et al.*, 1992). En concreto los genes ribosómicos 16S y 23S son utilizados como cronómetros moleculares en el estudio de la filogenia microbiana y sistemática (Gutell *et al.*,

1994) así, el estudio del gen 16S ADNr (con regiones muy conservadas) mediante RFLP, se ha utilizado para separar los fitoplasmas en grupos y subgrupos (Razin, 1992; Schneider *et al.*, 1993).

Actualmente, mediante la amplificación de segmentos del gen 16S ADNr por PCR y RFLP, se han clasificado los fitoplasmas en 20 grupos (Seemüller *et al.*, 1998) o en 14 grupos (Lee *et al.*, 1998).

En el apéndice 1 se encuentra la clasificación de los fitoplasmas según Lee *et al.*, (1998) en base a las diferencias encontradas en el gen 16S ADNr.

## **Sintomatología**

En general las enfermedades de las plantas asociadas a la presencia de estos patógenos se reconocen por un conjunto de síntomas, que sugieren profundas alteraciones en el equilibrio hormonal de la planta, en la fotosíntesis y en las sustancias de reserva (Musetti *et al.*, 2000).

Los síntomas que presentan las plantas son:

- Amarillamiento o clorosis
- Enrojecimiento precoz de las hojas
- Esterilidad de las flores
- Virescencia
- Filodias

- Proliferación de yemas axilares
- Enanismo
- Enrollamiento de hojas
- Decaimiento general

### **Hospederos de los fitoplasmas**

Los fitoplasmas, como parásitos estrictos, solo viven en plantas y en sus insectos vectores. Estos se pueden transmitir por uno o varios vectores dependiendo del grado de especificidad. Existen fitoplasmas con baja especificidad por el vector como la enfermedad X del melocotonero (Toth *et al.*, 1994); En cambio, si el insecto se alimenta de diferentes especies vegetales, el fitoplasma afectará a un mayor rango de plantas, como es el caso de *Macrosteles fascifrons* que transmite el fitoplasma Amarillamiento del aster a más de 191 especies de plantas diferentes (Golino *et al.*, 1989).

### **Virus.**

Los virus constituyen un gran problema fitosanitario en México; los virus más importantes en el cultivo de la papa son: virus X, virus Y y el virus del enrollamiento de la hoja de la papa (PLRV). Este virus es una de las principales enfermedades que causa graves pérdidas en la producción de papa, principalmente la que se utiliza como semilla en el siguiente ciclo; además,

existen pocos reportes de asociación de virus con el complejo punta morada de la papa.

Banttari et al., (1993), señalan que las variedades de papa Russet Burbank, Norgold Russet y Green Mountain, infectadas con PRLV presentaron en sus hojas superiores un enrollamiento con una coloración ligeramente rosado; así mismo, los tubérculos presentaron una necrosis interna.

Grover, *et. al.* (1998) describe síntomas de la Planta Morada atribuidos al virus PLRV, los cuales son similares a los de punta morada como es el caso de brote de hilo en tubérculos, coloración morada en bordes de hojas.

Dennis y Pappu (1994), reportan que plantas de papa infectadas con el PRLV, presentaron en sus hojas jóvenes un leve amarillamiento, para mas tarde presentar un color rojizo cerca del enrollamiento de las hojas. Los tubérculos de las plantas infectadas desarrollaron una necrosis café, los cuales aparecen como hebras dobles bajo la epidermis del tubérculo.



## CONCLUSIONES GENERALES

- *Bactericera cockerelli* resulto positiva al fitoplasma de la punta morada de la papa.
- En las 4 localidades se detectó un pico poblacional de *B. cockerelli* y chicharritas al final del mes de abril y la primer quincena del mes de mayo.
- La maleza Correhuela (*Convolvulus arvensis*) resultó positiva al fitoplasmas de la punta morada de la papa.
- En base al análisis estadístico se puede establecer que los factores climáticos como temperatura, humedad y precipitación juegan un papel importante en la expresión del síndrome de la punta morada de la papa.

## LITERATURA CITADA

- Alonso, A.F. 1996. El Cultivo de la Patata. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 272 pp.
- Alma, A., Bosco, D., Danielli, A., Bertaccini, A., Vibio, M., Arzone, A. 1997. Identification of Phytoplasmas in eggs, nymphs and adults of *Scaphoideus titanus* Ball reared on health plants. Insect Mol. Biol. 6(2):155-121
- Anónimo, 1993. Bayer, Manual Fitosanitario de la Papa. México, D.F. 28 pp.
- Báez, P.M. 1983. La Papa (*Solanum tuberosum* L.). Monografía. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 107 pp.
- Banttari, E.E., Ellis, P.J., Khurana, S.M. 1993. Management of diseases caused by viruses and Viruslike pathogens. American Phytopathological Society. Ed. Randall C. Rowe. Pp. 127-139.
- Beall, G. and Cannon, F.M. 1945. The cause of purple top of potatoes, as indicated by a study of its distribution within fields. American Potato Journal 22:363-368.
- Beres, M., Zavala, S.M.E., Rios, S.M., Marín, J.A., Rocha, R., Leal, K. D.S. y Martínez, S. J.P. 1998. Etiología y Ecología del Agente Causal de los Síndromes "Bola de Hilo" y "Punta Morada" de la papa en México. Cong. Nal. De Productores de Papa. 2° Simposio Internacional de la Papa. Toluca, México. 4p.

- Berg, M. and Seemüller, E. 1999. Chromosomal organization and nucleotide sequence of the genes coding for the elongation factor G and tu of the apple proliferation phytoplasma. *Gene*. 226: 103-109.
- Cadena, H.M.A. 1993. La punta morada de la papa en México: incidencia y búsqueda de resistencia. *Agrociencia serie protección vegetal*. Vol 3:2 247-256 pp.
- Cadena, H., M.A. y Galindo, A.J. 1985. Reducción de la Incidencia de la Punta Morada de la Papa por Medio de Fechas de Siembra, Genotipo de la Planta y Aplicación de Insecticidas. *Revista Mexicana de Fitopatología* 3: 100-105 pp.
- Calderoni, A.V., 1978. Enfermedades de la papa y su control. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 143 p.
- Cervantes, J y Rubio, R. 1963. The influence of planting dates on the control of purple top wilt potatoes in México. *Phytopathology* 53: 24 (abs).
- Condon, C., J. Philips., Squires, C.L. 1992. Comparison of the expression of the seven ribosomal RNA operon in *Escherichia coli*. *EMBO J.* 11:4175-4185.
- Davis, M.J., Tsai, J.H., Cox, R.I., McDniel, I.I., Harrison, N.A. 1988. Cloning of Chromosomal and extrachromosomal DNA of the mycoplasma-like organism that causes maize bushy stunt disease. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 1:295-302.
- Doi, Y. M., M. Teranaka, K. Yora and H. Asuyama. 1967. Micoplasma or PLT-group-like microorganisms found in the phloem elements of plants infected with mulberry dwarf, potato witches' broom, aster yellows, or paulownia witches' broom. *Ann. Phytopathol. Soc. Jap.* 33:259-266.

- Edmon, B. J. 1989. Principios de Horticultura. 3ra Edición. Editorial Continental. México 575 pp.
- Escobedo, A. J. 1979. Nematología General. Ejido Venecia, Gómez Palacio, Dgo. Escuela Superior de Agricultura U.J.E.D. 136 pp.
- García, Q. J.R. 1996. Etiología y transmisión del oscurecimiento interno del tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L) para la industria. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, estado de México. 65 pp.
- García, Q. y Rodríguez, R. 1998. Transmisión y Control de la Punta Morada de la Papa. Congreso Nacional de la Papa. Toluca Estado de México. 1-2 p.
- Garzón, T.J.A., Garza, C.A. y Bujanos, M.R. 1986. Determinación del Insecto Vector de la Enfermedad de Tipo Viral "Permanente del Tomate" (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en la Región del Bajío. XIII Congreso Nacional de Fitopatología. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Resúmenes. Sociedad Mexicana De Fitopatología, A.C. 30p.
- Golino, D.A., Oldfield, G.N., Gumpf, D.J. 1989. Experimental hosts of the beet leafhopper transmitted virescence agent. Plant diseases 7:850-854.
- Grover, I., Alvarez, V., y Fernández, N.E.N. 1998. Como Reconocer y Evitar la Planta Morada en el Cultivo de Papa. Ficha Técnica No 9. Programa de Investigación en Papa. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria.
- Guigon, L.C. 1994. Epidemiología de las enfermedades de la papa causadas por hongos fitopatógenos de suelo en el sur de Coahuila y Nuevo

- León. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 103 p
- Gutell, R.R., Larsen, N., Woese, C.R. 1994. Lessons from an evolving rRNA:16S and 23S rRNA structures from a comparative perspective. *Microbial. Rev.* 58:10-26.
- Hanboonsong, C., Choosai, S., Damak, S. 2002. Transovarial transmission of sugarcane white leaf phytoplasma in the insect vector. *Matsumuratettix hiroglyphicus* (Matsumura) . *insect Mol. Biol.* 11(1), 97.
- Hernández, H. H. 2001. Asociación de los Hongos *Fusarium oxysporum* Schlecht y *Verticillium dahliae* Kleb. en los Síntomas de La Punta Morada de la Papa en el Sur de Coahuila y Nuevo León. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Buenavista, Saltillo Coahuila, México. 74 p.
- Horton, D. 1988. Potatoes. Production Marketing Countries. London WCZE 8 HW. England. 8-15 pp.
- Huamán, Z.P. 1986. Botánica Sistemática y Morfología de la Papa. Centro Internacional de la Papa (CIP). No 6. Lima, Perú. 1-22 pp.
- Huamán, Z.P. and Wissar, R. 1988. Los Recursos Genéticos de la Papa y su Conservación en el Centro Internacional de Mejoramiento de la Papa. Toluca, Edo. De México. 15-24 pp.
- INEGI, 2002. Anuario Estadístico por Entidad Federativa. Superficie Cosechada y Volumen de la Producción de Papa. 358-362 pp.

- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. 2002. Centro de Investigación regional del Norte Campo Experimental Saltillo. Memoria día de demostración. Emiliano zapata Saltillo Coahuila.
- Kirkpatrick, B.C., Smart, C., Blonquist, C., Guerra, I., Harrison, N., Seemüller, E. 1994. Identification of MLO-specific PCR primers obtained from 16S/23S rRNA spacer sequences. Proceeding of the 10<sup>th</sup> International Congress of the International organization for Mycoplasmaology (IOM). 261-262.
- Knowlton, G.F. y Wyliw, L.T. 1934. Host Plants of the Potato Psyllid. Utah Agricultural Experiment Station, Logan, Utah. Journal Economic Entomology. 27:547p.
- Kondo, J. 1997. Es necesario promover el consumo de la papa. 7<sup>mo</sup> Congreso nacional de productores de papa. Hortalizas, frutas y flores.
- Lee, I. M., Gundersen – Rindal, D.E. and A. Bertaccini. 1998. Phytoplasma: ecology and genomic diversity. Phitopathology. 88 (12): 1359-1366.
- Lee, I. M., Hammond, R.W., Davis, R.E., Gundersen – Rindal, D.E. 1993. Phytoplasma: ecology and genomic diversity. Phitopathology. 88 (12): 1359-1366.
- Leyva-López, N.E., Ochoa, S.J.C., Leal-Klevezas, D.S. and Martínez-Soriano, J.P. 2002. Múltiple Phytoplasmas associated with Potato Diseases in México. Canadian Journal of Microbiology. 48: 1062-1068.
- Lippert, L. F. 1960. Spindling sprout tuber associated with a strain of California Aster yellow virus. American Potato Journal 37 (9):289-305.

- Maramorosch, K. 1988. Potato purple top wilt. Entomology Department, Cook College, Rutgers, The State University. New Jersey, USA 456 pp.
- Mcleod, D. J. 1954. Aster yellow (Purple top of potatoes). American Potato Journal 31:119-128.
- Milne, R.G., Ramasso, R.G., Lenzi, R., Clark, M.F. 1995. Pre and Post embedding immunogold labeling and electron microscopy in plant host tissues of three antigenically unrelated MLOs: primula yellow, tomato big bud and bermudagrass whiteleaf. Netherlands J. Plant Pathol. 101:57-67.
- Morton, A., Davies, D.L., Blomquist, C., Barbara, D.J. 2003. Characterization of homologues of the apple proliferation immunodominant membrane protein gene from three related phytoplasmas. Mol. Plant Pathol. 4(2):109-114.
- Montaldo, A. 1984. Cultivo y Mejoramiento de la Papa Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 23-26 pp.
- Musetti, R., Favali, M.A., Osler, R. 2000. An attempt to differentiate by microscopic methods two plant mycoplasma like organisms. Cytobios 72:71-82.
- Nagaich, B. B. and Giri, K. B. 1973. Purple top roll disease of potato. American Potato Journal 50:79-85.
- Nishigawa, H., Miyata, S.I., Oshima, K., Sawayanagi, T., Komoto, A. 2001. In plant expression of a protein encoded by the extrachromosomal DNA of a Phytoplasma and related to geminivirus replication proteins. Microbiology 147:507-513.

- Ochoa, M.C. 1991. Diversity. Revista Informativa Para la Comunicación Internacional de Recursos Fitogenéticos. Vol 7. Nos 1&2. 42 pp.
- Pérez-Márquez, K.I. y Martínez Soriano, J.P. 2000. Ecología de Fitoplasmas Asociadas a la Punta Morada de la Papa. Memoria del XXVI Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. ALF. Puerto Vallarta Jalisco.
- Razin, S. 1992. Mycoplasma taxonomic and ecology. Mycoplasmas. J. Manill of ed. Washington. American Soc. for Microbiol. 3-22.
- Richardson, L.T. and Racicot, H. N. 1958. Observations on tuber transmission of aster yellow of potatoes. Plant Dis. Repr. 42:1039-1042.
- Rowe, C. 1993. Potato Health Management the American Phytopathological Society. 178 pp.
- Salazar, L. F. 2002. Fitoplasmas: Un factor negativo para la producción de semilla de papa. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú.
- Schneider, B., Ahrens, U., Kirkpatrick, B.C., Seemüller, E. 1993. Classification of plant pathogenic mycoplasma like organism using restriction-site analysis of PCR amplified 16S rDNA. J. Gen. Microbiol. 139:512-527.
- Seemüller, E., Marcone, C., Lauer, U., Ragozzino, A. 1998. Current status of molecular classification of the phytoplasmas. J. Plant pathol. 80:3-26.
- The IRPCM Phytoplasma/Spiroplasma Working Team-Phytoplasma taxonomy group. 2003. Description of the genus 'Candidatus Phytoplasma', a taxon for the non-helical wall-less prokaryotes colonizing plant phloem and insects. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 53, submitted.



- Toth, K.F., Harrison, N.A., Sears, B.B. 1994. Phylogenetic relationships among members of the class mollicutes deduced from rps3 gene sequences. *Int. J. Syst. Bacteriol* 44:119-124.
- Tully, J.G. 1989. Class Mollicutes: New perspectives from plant and arthropod studies. *The Mycoplasmas* VR. F. Whitcomb and J.G. Tully ed. New York Academic Press. 1-31
- Valadez, L. A. 1994. Producción de Hortalizas. 4ta Reimpresión. Ed. Limusa. México D.F. 278 pp.
- Valdez, A. O. 1989. Resumen Primera Demostración Agrícola para Productores de papa. S.A.R.H., I.N.I.F.A.P., F.I.R.A., C.I.F.A.P. Coahuila. Campo "Sierra Arteaga" Arteaga, Coahuila, México 20 pp
- Vavilov, N.I. 1951. Estudios sobre el origen de las plantas cultivadas. Ediciones Acme Agency. Ciencias Biológicas y Agroquímicas. Buenos Aires, Argentina. 185 p.
- Weisburg, W.G., Tully, J.G., Rose, D.L., Petzel, J.P., Oyaizu, H., Yang, D., Woese, C.R. 1989. A phylogenetic analysis of the micoplasmas: basis for their classification. *J. Bacteriol.* 171:6455-6467.
- Whittaker, R. H. 1969. New concepts of kingdoms of organisms. *Science* 163:150-161.
- Woese, C.R. Kandler, O., Wheelis, M.L. 1990. Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria and Eucarya. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 87:4576-4579.

Younkin, S. G. 1943. Purple top wilt of potatoes caused by the aster yellow virus. American Potato Journal 20:177-183.

Zavala-Quintana, T.E. y Cadena-Hinojosa, M.A. 1998. Punta morada de la papa. Resúmenes, Tecnología de cultivo de papa. CONPAPA, INIFAP, Toluca Edo. de México. pp. 17-19.

## APENDICES

APÉNDICE 1.- Clasificación de los fitoplasmas según Lee et al., 1998.

Grupo 16S rRNA (subgrupo)	Fitoplasma	Localización
16SrI (Grupo Aster yellows) I(A) I(B) I(C) I(D) I(E) I(F) I(K)	Tomato big bud (bb) Michigan aster yellows (MIAY) Clover phyllody (CPh) Paulownia witches' broom (PaWB) Blueberry stunt (BBS1) Apricot chlorotic leafroll (ACLRAY) Strawberry multiplier (STRAWB2)	Arkansas Michigan Canada Taiwan Michigan España Florida
16SrII (Grupo Peanut witches' broom) II(A) II(B)  II(C) II(D)	Peanut witches' broom (PnWB) witches' broom of lime (WBDL) " <i>Candidatus</i> phytoplasma aurantifolia" Faba bean phyllody (FBP) Sweet potato little leaf (SPLL)	Taiwan Arabian Peninsula Sudan Australia
16SrIII (Grupo X- disease) III(A) III(B) III(C) III(D) III(E) III(F) III(G) III(H) III(I)	X-disease (CX) Clover yellow edge (CYE) Pecan bunch (PB) Goldenrod yellows (GR1) Spirea stunt (SP1) Milkweed yellows (MW1) Walnut witches' broom (WWB) Poinsettia branch-inducing Virginia grapevine yellows (VGYIII)	Canadá Canadá Georgia New York New York New York Georgia USA Virginia
16SrIV (Grupo Coconut lethal yellows) IV(A) IV(B)	Coconut lethal yellowing (LY) Tanzania coconut lethal decline (LDT)	Florida Tanzania
16SrV (Grupo Elm yellows) V(A) V(B) V(C)	Elm yellows (EY1) Cherry lethal yellows (CLY) Flavescence dorée	USA China Francia
16SrVI (Grupo Clover		

proliferation) VI(A) VI(B)	Clover proliferation (CP) “Multicipita” phytoplasma	Canadá Canadá
16SrVII (Grupo Ash yellow) VII(A)	Ash yellow (Ash Y)	New York
16SrVIII (Grupo Loofah witches’ broom) VIII(A)	Loofah witches’ broom (LfWB)	Taiwan
16SrIX (Grupo Pigeon pea witches’ broom) IX(A)	Pigeon pea witches’ broom (PPWB)	Florida
16SrX (Grupo Apple proliferation) X(A) X(B) X(C) X(D) X(E)	Apple proliferation (AP) Apricot chlorotic leafroll (ACLR) Pear decline (PD) Spartium witches’ broom (SPAR) Black alder witches’ broom (BAWB)	Alemania Italia Italia Italia Alemania
16SrXI (Grupo Rice yellow dwarf) XI(A) XI(B) XI(C)	Rice yellow dwarf (RYD) Sugarcane white leaf (SCWL) Leafhopper-borne (BVK)	Japón Tailandia Alemania
16SrXII (Grupo Stolbur) XII(A) XII(B)	Stolbur (STOL) Australian grapevine yellows (AUSGY) “candidatus Phytoplasma australiense” antiguamente grupo 16Sr1, subgrupo J	Serbia Australia
16SrXIII (Grupo Mexican periwicle virescence) XIII(A)	Mexican periwicle virescence (MPV) Antiguamente grupo 16Sr1, subgrupo I	México
16SrXIV (Grupo Bermudagrass white leaf) XIV(A)	Bermudagrass white leaf (BGWL)	Tailandia

## APENDICE 2. CORRELACION DE INCIDENCIA Y SEVERIDAD POR EL FACTOR DE PEARSON Y KENDALL PARA EL LOTE POTOSI 10

Correlations

			INCIDENC	PSILIDOS	PULGONES	CHICHARR	TEMAL	TEMMED	TEMBA	HUMEDAD	PRECIPIT
Pearson tau_b	INCIDENC	Correlation Coefficient	1.000	-.271	.712 *	-.411	.732*	.118	.531	.882	.536
		Sig. (2-tailed)	.	.213	.004	.058	.310	.592	.004	.185	.002
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	PSILIDOS	Correlation Coefficient	-.271	1.000	-.264	.091	-.012	-.164	-.396	-.684 **	-.640 **
		Sig. (2-tailed)	.213	.	.202	.658	.955	.435	.068	.002	.002
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	PULGONES	Correlation Coefficient	.712 *	-.264	1.000	-.114	-.412 *	-.140	.483 *	.348	.547 **
		Sig. (2-tailed)	.004	.202	.	.580	.050	.503	.026	.110	.009
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	CHICHARR	Correlation Coefficient	-.411	.091	-.114	1.000	-.047	-.128	-.098	-.077	-.254
		Sig. (2-tailed)	.058	.658	.580	.	.823	.540	.648	.723	.220
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
TEMAL	Correlation Coefficient	.732*	-.012	-.412 *	-.047	1.000	.731 **	.025	.159	-.131	
	Sig. (2-tailed)	.310	.955	.050	.823	.	.001	.908	.473	.535	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
TEMMED	Correlation Coefficient	.118	-.164	-.140	-.128	.731 **	1.000	.391	.355	.095	
	Sig. (2-tailed)	.592	.435	.503	.540	.001	.	.075	.108	.653	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
TEMBA	Correlation Coefficient	.531	-.396	.483 *	-.098	.025	.391	1.000	.487 *	.601 **	
	Sig. (2-tailed)	.004	.068	.026	.648	.908	.075	.	.033	.006	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
HUMEDAD	Correlation Coefficient	.882	-.684 **	.348	-.077	.159	.355	.487 *	1.000	.561 *	
	Sig. (2-tailed)	.185	.002	.110	.723	.473	.108	.033	.	.010	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
PRECIPIT	Correlation Coefficient	.536	-.640 **	.547 **	-.254	-.131	.095	.601 **	.561 *	1.000	
	Sig. (2-tailed)	.002	.002	.009	.220	.535	.653	.006	.010	.	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	

Correlations

			SEVERID	PSILIDOS	PULGONES	CHICHARR	TEMAL	TEMMED	TEMBA	HUMEDAD	PRECIPIT
Kendall's tau_b	SEVERID	Correlation Coefficient	1.000	-.312	.611 **	-.401	-.644*	.092	.121	.611*	.510
		Sig. (2-tailed)	.	.154	.005	.066	.255	.720	.005	.164	.001
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	PSILIDOS	Correlation Coefficient	-.312	1.000	-.264	.091	-.012	-.164	-.396	-.684 **	-.640 **
		Sig. (2-tailed)	.154	.	.202	.658	.955	.435	.068	.002	.002
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	PULGONES	Correlation Coefficient	.611 **	-.264	1.000	-.114	-.412 *	-.140	.483 *	.348	.547 **
		Sig. (2-tailed)	.005	.202	.	.580	.050	.503	.026	.110	.009
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	CHICHARR	Correlation Coefficient	-.401	.091	-.114	1.000	-.047	-.128	-.098	-.077	-.254
		Sig. (2-tailed)	.066	.658	.580	.	.823	.540	.648	.723	.220
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
TEMAL	Correlation Coefficient	-.644*	-.012	-.412 *	-.047	1.000	.731 **	.025	.159	-.131	
	Sig. (2-tailed)	.255	.955	.050	.823	.	.001	.908	.473	.535	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
TEMMED	Correlation Coefficient	.079	-.164	-.140	-.128	.731 **	1.000	.391	.355	.095	
	Sig. (2-tailed)	.720	.435	.503	.540	.001	.	.075	.108	.653	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
TEMBA	Correlation Coefficient	.224	-.396	.483 *	-.098	.025	.391	1.000	.487 *	.601 **	
	Sig. (2-tailed)	.005	.068	.026	.648	.908	.075	.	.033	.006	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
HUMEDAD	Correlation Coefficient	.611*	-.684 **	.348	-.077	.159	.355	.487 *	1.000	.561 *	
	Sig. (2-tailed)	.164	.002	.110	.723	.473	.108	.033	.	.010	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
PRECIPIT	Correlation Coefficient	.611 **	-.640 **	.547 **	-.254	-.131	.095	.601 **	.561 *	1.000	
	Sig. (2-tailed)	.001	.002	.009	.220	.535	.653	.006	.010	.	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	

\*. Correlation is significant at the .05 level (2-

\*\* Correlation is significant at the .01 level (2-

APENDICE 3 . CORRELACION DE INCIDENCIA Y SEVERIDAD POR EL FACTOR DE PEARSON Y KENDALL PARA EL LOTE SAN RAFAEL.

**Correlations**

			INCIDENC	PSILIDOS	PULGONES	CHICHARR	TEMAL	TEMMED	TEMBA	HUMEDAD	PRECIPI
Pearson tau_b	INCIDENC	Correlation Coefficient	1.000	-.468 *	.901 **	-.012	.647*	.468	.488	.559 *	.414
		Sig. (2-tailed)	.	.029	.001	.954	.107	.029	.000	.025	.017
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	PSILIDOS	Correlation Coefficient	-.468 *	1.000	-.339	.429 *	.250	.148	-.193	.101	.046
		Sig. (2-tailed)	.029	.	.098	.036	.224	.473	.348	.620	.824
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	PULGONES	Correlation Coefficient	.901 **	-.339	1.000	-.090	.203	.294	.610 **	.447 *	.437 *
		Sig. (2-tailed)	.001	.098	.	.660	.320	.152	.003	.028	.035
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	CHICHARR	Correlation Coefficient	-.012	.429 *	-.090	1.000	.249	.158	.158	.112	.057
		Sig. (2-tailed)	.954	.036	.660	.	.225	.440	.440	.582	.781
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
TEMAL	Correlation Coefficient	.647*	.250	.203	.249	1.000	.898 **	.466 *	.730 **	.601 **	
	Sig. (2-tailed)	.107	.224	.320	.225	.	.000	.023	.000	.004	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
TEMMED	Correlation Coefficient	.468	.148	.294	.158	.898 **	1.000	.602 **	.730 **	.624 **	
	Sig. (2-tailed)	.029	.473	.152	.440	.000	.	.003	.000	.003	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
TEMBA	Correlation Coefficient	.488	-.193	.610 **	.158	.466 *	.602 **	1.000	.438 *	.509 *	
	Sig. (2-tailed)	.000	.348	.003	.440	.023	.003	.	.032	.014	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
HUMEDAD	Correlation Coefficient	.559 *	.101	.447 *	.112	.730 **	.730 **	.438 *	1.000	.789 **	
	Sig. (2-tailed)	.025	.620	.028	.582	.000	.000	.032	.	.000	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
PRECIPI	Correlation Coefficient	.414 *	.046	.437 *	.057	.601 **	.624 **	.509 *	.789 **	1.000	
	Sig. (2-tailed)	.017	.824	.035	.781	.004	.003	.014	.000	.	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	

**Correlations**

			SEVERID	PSILIDOS	PULGONES	CHICHARR	TEMAL	TEMMED	TEMBA	HUMEDAD	PRECIPI
Kendall's tau_b	SEVERID	Correlation Coefficient	1.000	-.449 *	.670 *	-.037	.774	.487	.574	.676 *	.495
		Sig. (2-tailed)	.	.038	.002	.863	.083	.024	.000	.033	.023
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	PSILIDOS	Correlation Coefficient	-.449 *	1.000	-.339	.429 *	.250	.148	-.193	.101	.046
		Sig. (2-tailed)	.038	.	.098	.036	.224	.473	.348	.620	.824
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	PULGONES	Correlation Coefficient	.670 *	-.339	1.000	-.090	.203	.294	.610 **	.447 *	.437 *
		Sig. (2-tailed)	.002	.098	.	.660	.320	.152	.003	.028	.035
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	CHICHARR	Correlation Coefficient	-.037	.429 *	-.090	1.000	.249	.158	.158	.112	.057
		Sig. (2-tailed)	.863	.036	.660	.	.225	.440	.440	.582	.781
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
TEMAL	Correlation Coefficient	.774	.250	.203	.249	1.000	.898 **	.466 *	.730 **	.601 **	
	Sig. (2-tailed)	.083	.224	.320	.225	.	.000	.023	.000	.004	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
TEMMED	Correlation Coefficient	.487	.148	.294	.158	.898 **	1.000	.602 **	.730 **	.624 **	
	Sig. (2-tailed)	.024	.473	.152	.440	.000	.	.003	.000	.003	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
TEMBA	Correlation Coefficient	.574	-.193	.610 **	.158	.466 *	.602 **	1.000	.438 *	.509 *	
	Sig. (2-tailed)	.000	.348	.003	.440	.023	.003	.	.032	.014	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
HUMEDAD	Correlation Coefficient	.676 *	.101	.447 *	.112	.730 **	.730 **	.438 *	1.000	.789 **	
	Sig. (2-tailed)	.033	.620	.028	.582	.000	.000	.032	.	.000	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
PRECIPI	Correlation Coefficient	.495	.046	.437 *	.057	.601 **	.624 **	.509 *	.789 **	1.000	
	Sig. (2-tailed)	.023	.824	.035	.781	.004	.003	.014	.000	.	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	

\*. Correlation is significant at the .05 level (2-tailed).  
 \*\*. Correlation is significant at the .01 level (2-tailed).

APENDICE 4 . CORRELACION DE INCIDENCIA Y SEVERIDAD POR EL FACTOR DE PEARSON Y KENDALL PARA EL LOTE POTOSI 17

Correlations

			INCIDENC	PSILIDOS	PULGONES	CHICHARR	TEMAL	TEMMED	TEMBA	HUMEDAD	PRECIPIT
Pearson tau_b	INCIDENC	Correlation Coefficient	1.000	-.211	.684 *	-.345	.634*	.468	.423	.512	.775
		Sig. (2-tailed)	.	.213	.004	.058	.310	.592	.004	.185	.002
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
PSILIDOS	PSILIDOS	Correlation Coefficient	-.211	1.000	-.339	.052	-.250	-.148	-.193	-.101	-.046
		Sig. (2-tailed)	.213	.	.202	.658	.955	.435	.068	.002	.002
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
PULGONES	PULGONES	Correlation Coefficient	.684 *	-.339	1.000	-.090	-.203 *	-.294	.410 *	.447	.647 **
		Sig. (2-tailed)	.004	.202	.	.580	.050	.503	.026	.110	.009
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
CHICHARR	CHICHARR	Correlation Coefficient	-.345	.052	-.090	1.000	-.249	-.158	-.158	-.112	-.157
		Sig. (2-tailed)	.058	.658	.580	.	.823	.540	.648	.723	.220
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
TEMAL	TEMAL	Correlation Coefficient	.634*	-.250	-.203 *	-.249	1.000	.721 **	.465	.192	-.601
		Sig. (2-tailed)	.310	.955	.050	.823	.	.001	.908	.473	.535
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
TEMMED	TEMMED	Correlation Coefficient	.468	-.148	-.294	-.158	.721 **	1.000	.531	.355	.465
		Sig. (2-tailed)	.592	.435	.503	.540	.001	.	.075	.108	.653
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
TEMBA	TEMBA	Correlation Coefficient	.423	-.193	.410 *	-.158	.465	.531	1.000	.438 *	.501 **
		Sig. (2-tailed)	.004	.068	.026	.648	.908	.075	.	.033	.006
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
HUMEDAD	HUMEDAD	Correlation Coefficient	.512	-.101 **	.447	-.112	.192	.355	.438 *	1.000	.511 *
		Sig. (2-tailed)	.185	.002	.110	.723	.473	.108	.033	.	.010
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
PRECIPIT	PRECIPIT	Correlation Coefficient	.775	-.046 **	.647 **	-.157	-.601	.465	.501 **	.511 *	1.000
		Sig. (2-tailed)	.002	.002	.009	.220	.535	.653	.006	.010	.
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14

Correlations

			SEVERID	PSILIDOS	PULGONES	CHICHARR	TEMAL	TEMMED	TEMBA	PRECIPIT	HUMEDA
Kendall's tau_b	SEVERID	Correlation Coefficient	1.000	-.122	.670 *	-.401	-.487*	.015	.311	.495*	.330
		Sig. (2-tailed)	.	.154	.005	.066	.255	.720	.005	.164	.001
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
PSILIDOS	PSILIDOS	Correlation Coefficient	-.122	1.000	-.246	.011	-.250	-.164	-.286	-.233	-.140
		Sig. (2-tailed)	.154	.	.202	.658	.955	.435	.068	.002	.002
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
PULGONES	PULGONES	Correlation Coefficient	.670 *	-.246	1.000	-.141	-.422 *	-.040	.413 *	.248	.447 *
		Sig. (2-tailed)	.005	.202	.	.580	.050	.503	.026	.110	.009
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
CHICHARR	CHICHARR	Correlation Coefficient	-.401	.011	-.141	1.000	-.047	-.128	-.098	-.077	-.254
		Sig. (2-tailed)	.066	.658	.580	.	.823	.540	.648	.723	.220
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
TEMAL	TEMAL	Correlation Coefficient	.487*	-.250	-.422 *	-.047	1.000	.231 *	.025	.159	-.131
		Sig. (2-tailed)	.255	.955	.050	.823	.	.001	.908	.473	.535
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
TEMMED	TEMMED	Correlation Coefficient	.015	-.164	-.040	-.128	.231	1.000	.391	.135	.095
		Sig. (2-tailed)	.720	.435	.503	.540	.001	.	.075	.108	.653
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
TEMBA	TEMBA	Correlation Coefficient	.311	-.286	.413 *	-.098	.025	.391	1.000	.487 *	.401 *
		Sig. (2-tailed)	.005	.068	.026	.648	.908	.075	.	.033	.006
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
PRECIPIT	PRECIPIT	Correlation Coefficient	.495*	-.233	.248	-.077	.159	.135	.487 *	1.000	.341 *
		Sig. (2-tailed)	.164	.002	.110	.723	.473	.108	.033	.	.010
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
HUMEDA	HUMEDA	Correlation Coefficient	.330 **	-.140	.447 **	-.254	-.131	.095	.401 *	.341 *	1.000
		Sig. (2-tailed)	.001	.002	.009	.220	.535	.653	.006	.010	.
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14

\*. Correlation is significant at the .05 level (2-

\*\* Correlation is significant at the .01 level (2-

APENDICE 5 . CORRELACION DE INCIDENCIA Y SEVERIDAD POR EL FACTOR DE PEARSON Y KENDALL PARA EL LOTE JAME

Correlations

			INCIDENC	PSILIDOS	PULGONES	CHICHARR	TEMAL	TEMMED	TEMBA	PRECIPIIT	HUMEDA
Pearson tau_b	INCIDENC	Correlation Coefficient	1.000	-.385	.807 **	-.044	.765*	.277	.368	.554 *	.403
		Sig. (2-tailed)	.	.029	.001	.954	.107	.029	.000	.025	.017
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	PSILIDOS	Correlation Coefficient	-.385	1.000	-.045	.128	.132	.188	-.122	.101	.046
		Sig. (2-tailed)	.029	.	.098	.036	.224	.473	.348	.620	.824
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	PULGONES	Correlation Coefficient	.807 **	-.045	1.000	-.056	.103	.234	.410	.324	.337
		Sig. (2-tailed)	.001	.098	.	.660	.320	.152	.003	.028	.035
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	CHICHARR	Correlation Coefficient	-.044	.120	-.056	1.000	.249	.158	.158	.112	.057
		Sig. (2-tailed)	.954	.036	.660	.	.225	.440	.440	.582	.781
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
TEMAL	Correlation Coefficient	.765*	.132	.103	.249	1.000	.445	.396	.130	.018	
	Sig. (2-tailed)	.107	.224	.320	.225	.	.000	.023	.000	.004	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
TEMMED	Correlation Coefficient	.277	.188	.234	.158	.445	1.000	.302	.330	.421 **	
	Sig. (2-tailed)	.029	.473	.152	.440	.000	.	.003	.000	.003	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
TEMBA	Correlation Coefficient	.366	-.122	.410	.158	.396	.302	1.000	.406	.309	
	Sig. (2-tailed)	.000	.348	.003	.440	.023	.003	.	.032	.014	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
PRECIPIIT	Correlation Coefficient	.554 *	.101	.324	.112	.130	.330	.406	1.000	.188	
	Sig. (2-tailed)	.025	.620	.028	.582	.000	.000	.032	.	.000	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
HUMEDA	Correlation Coefficient	.403	.046	.337 *	.057	.018	.421 **	.309	.188	1.000	
	Sig. (2-tailed)	.017	.824	.035	.781	.004	.003	.014	.000	.	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	

Correlations

			SEVERID	PSILIDOS	PULGONES	CHICHARR	TEMAL	TEMMED	TEMBA	PRECIPIIT	HUMEDA
Kendall's tau_b	SEVERID	Correlation Coefficient	1.000	-.346	.848 **	-.137	.728*	.487	.444	.577 *	.243
		Sig. (2-tailed)	.	.038	.002	.863	.083	.024	.000	.033	.023
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	PSILIDOS	Correlation Coefficient	-.346 *	1.000	-.132	.329	.120	.186	-.038	.161	.022
		Sig. (2-tailed)	.038	.	.098	.036	.224	.473	.348	.620	.824
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	PULGONES	Correlation Coefficient	.848 **	-.132	1.000	-.090	.203	.294	.610	.447 *	.437 *
		Sig. (2-tailed)	.002	.098	.	.660	.320	.152	.003	.028	.035
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	CHICHARR	Correlation Coefficient	-.137	.329*	-.090	1.000	.249	.158	.158	.112	.057
		Sig. (2-tailed)	.863	.036	.660	.	.225	.440	.440	.582	.781
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
TEMAL	Correlation Coefficient	.728*	.120	.203	.249	1.000	.288	.346	.410	.121	
	Sig. (2-tailed)	.083	.224	.320	.225	.	.000	.023	.000	.004	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
TEMMED	Correlation Coefficient	.487	.186	.294	.158	.288	1.000	.402	.350	.403	
	Sig. (2-tailed)	.024	.473	.152	.440	.000	.	.003	.000	.003	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
TEMBA	Correlation Coefficient	.444	-.038	.610 **	.158	.346	.402	1.000	.318	.009	
	Sig. (2-tailed)	.000	.348	.003	.440	.023	.003	.	.032	.014	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
PRECIPIIT	Correlation Coefficient	.577 *	.161	.447 *	.112	.130	.350	.318	1.000	.392	
	Sig. (2-tailed)	.033	.620	.028	.582	.000	.000	.032	.	.000	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
HUMEDA	Correlation Coefficient	.243	.022	.437 *	.057	.018	.403	.009	.392	1.000	
	Sig. (2-tailed)	.023	.824	.035	.781	.004	.003	.014	.000	.	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	

\*. Correlation is significant at the .05 level (2-

\*\* . Correlation is significant at the .01 level (2-



## APENDICE 6 . CORRELACION DE INCIDENCIA Y SEVERIDAD POR EL FACTOR DE PEARSON Y KENDALL PARA EL LOTE CRISTAL

**Correlations**

			INCIDENC	PSILIDOS	PULGONES	CHICHARR	TEMAL	TEMMED	TEMBA	HUMEDAD	PRECIPI
Pearson tau_b	INCIDENC	Correlation Coefficient	1.000	-.053	.392	-.126	.760*	.262	.125	.849**	.286
		Sig. (2-tailed)	.	.029	.001	.954	.107	.029	.000	.025	.017
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	PSILIDOS	Correlation Coefficient	-.053	1.000	-.135	.088	.234	.114	-.248	.279	.055
		Sig. (2-tailed)	.029	.	.098	.036	.224	.473	.348	.620	.824
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	PULGONES	Correlation Coefficient	.392	-.135	1.000	-.137	.153	.368	.110	.133	.210
		Sig. (2-tailed)	.001	.098	.	.660	.320	.152	.003	.028	.035
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	CHICHARR	Correlation Coefficient	-.126	.088	-.137	1.000	.249	.158	.158	.112	.057
		Sig. (2-tailed)	.954	.036	.660	.	.225	.440	.440	.582	.781
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
TEMAL	Correlation Coefficient	.760*	.234	.153	.249	1.000	.445	.276	.167	.125	
	Sig. (2-tailed)	.107	.224	.320	.225	.	.000	.023	.000	.004	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
TEMMED	Correlation Coefficient	.262	.114	.368	.158	.445	1.000	.302	.240	.021	
	Sig. (2-tailed)	.029	.473	.152	.440	.000	.	.003	.000	.003	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
TEMBA	Correlation Coefficient	.125	-.248	.110	.158	.276	.302	1.000	.406	.085	
	Sig. (2-tailed)	.000	.348	.003	.440	.023	.003	.	.032	.014	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
HUMEDAD	Correlation Coefficient	.849*	.279	.133	.112	.167	.240	.406	1.000	.024	
	Sig. (2-tailed)	.025	.620	.028	.582	.000	.000	.032	.	.000	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
PRECIPI	Correlation Coefficient	.286	.055	.210	.057	.125	.021	.085	.024	1.000	
	Sig. (2-tailed)	.017	.824	.035	.781	.004	.003	.014	.000	.	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	

**Correlations**

			SEVERID	PSILIDOS	PULGONES	CHICHARR	TEMAL	TEMMED	TEMBA	HUMEDAD	PRECIPI
Kendall's tau_b	SEVERID	Correlation Coefficient	1.000	-.131	.123	-.232	.774*	.066	.347	.676*	.311
		Sig. (2-tailed)	.	.038	.002	.863	.083	.024	.000	.033	.023
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	PSILIDOS	Correlation Coefficient	-.131	1.000	-.022	.194	.203	.167	-.130	.112	.158
		Sig. (2-tailed)	.038	.	.098	.036	.224	.473	.348	.620	.824
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	PULGONES	Correlation Coefficient	.123	-.022	1.000	-.104	.239	.348	.310	.287*	.117
		Sig. (2-tailed)	.002	.098	.	.660	.320	.152	.003	.028	.035
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	CHICHARR	Correlation Coefficient	-.232	.194	-.104	1.000	.219	.056	.188	.272	.375
		Sig. (2-tailed)	.863	.036	.660	.	.225	.440	.440	.582	.781
		N	14	14	14	14	14	14	14	14	14
TEMAL	Correlation Coefficient	.774*	.203	.239	.219	1.000	.288	.160	.320	.118	
	Sig. (2-tailed)	.083	.224	.320	.225	.	.000	.023	.000	.004	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
TEMMED	Correlation Coefficient	.066	.167	.348	.056	.288	1.000	.036	.245	.067	
	Sig. (2-tailed)	.024	.473	.152	.440	.000	.	.003	.000	.005	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
TEMBA	Correlation Coefficient	.347	-.130	.310	.188	.160	.036	1.000	.215	.192	
	Sig. (2-tailed)	.000	.348	.003	.440	.023	.003	.	.032	.014	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
HUMEDAD	Correlation Coefficient	.676*	.112	.287*	.272	.320	.245	.215	1.000	.422	
	Sig. (2-tailed)	.033	.620	.028	.582	.000	.000	.032	.	.000	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
PRECIPI	Correlation Coefficient	.311	.158	.117*	.375	.118	.067	.192	.422	1.000	
	Sig. (2-tailed)	.023	.824	.035	.781	.004	.003	.014	.000	.	
	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	

\*. Correlation is significant at the .05 level (2-

tail).

\*\*. Correlation is significant at the .01 level (2-

tail).