

**SUSCEPTIBILIDAD AL pencycuron DE GRUPOS DE ANASTOMOSIS DE  
*Rhizoctonia solani* Kühn EN OCHO REGIONES  
PAPERAS DE MÉXICO**

**JOSÉ RAMÓN CHÁVEZ BARRAGÁN**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial  
para Obtener el Grado De  
Maestro En Ciencias  
En Parasitología Agrícola**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Abril de 2009**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO

DIRECCIÓN DE POSTGRADO

SUSCEPTIBILIDAD AL pencycuron DE GRUPOS DE ANASTOMOSIS DE  
*Rhizoctonia solani* Kühn EN OCHO REGIONES  
PAPERAS DE MÉXICO

TESIS

POR:

JOSÉ RAMÓN CHÁVEZ BARRAGÁN

Elaborada Bajo La Supervisión Del Comité Particular De Asesoría  
Y Aprobada Como Requisito Parcial, Para Optar Por El Grado De:

MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal

  
Dr. Francisco Daniel Hernández Castillo

Asesor

  
Dr. Raúl Rodríguez Herrera

Asesor

  
Dr. Gabriel Gallegos Morales

  
Dr. Jerónimo Landeros Flores  
Director de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Abril de 2009

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios**

Te agradezco infinitamente padre celestial, por ser tan bueno, y permitirme tener la dicha de terminar una etapa más en mi proyecto de vida.

### **A Mis Hermanos**

Sinceramente les agradezco el que me hayan apoyado siempre, moral y económicamente, ya que sin ustedes esto no hubiera podido ser posible. Un agradecimiento especial a mi hermano Manuel porque sé que en donde te encuentras, compartes este logro con migo.

### **A La UAAAN**

A mi Alma Terra Mater le agradezco el haberme recibido con calor de hogar y haber puesto todo en mi camino para lograr mi superación.

### **A Mis Maestros**

Con todo respeto agradezco a todos mis maestros que me compartieron sus conocimientos, tiempo y amistad.

### **Al Cuerpo de Asesores**

Agradezco el que hayan aceptado formar parte de esta experiencia y sobre todo el haberme apoyado en este proyecto con su tiempo y valiosos conocimientos.

### **A La Familia Villarreal**

Por su confianza y revisión de éste material, sinceramente agradezco el haberme permitido conocerlos.

### **A Mis Amigos**

Amigos de generación, carrera y Universidad, les agradezco el que hayan hecho más amena y placentera mi instancia en nuestro segundo hogar.

## **DEDICATORIA**

### **A Mis Padres**

Buena Ventura Chávez y Margarita Barragán, les dedico este humilde trabajo en símbolo de agradecimiento por sus innumerables esfuerzos, para formarme en un hombre de bien.

### **A Mi Esposa**

Mariela Frías, te dedico éste logro porque aún cuando nos conocimos en la Universidad, cual distante estaban nuestros pensamientos en lo que ahora somos, se que te hace feliz este paso en mi carrera y porque eres la razón de mi existir.

## COMPENDIO

La rizoctoniasis o costra negra es una enfermedad de la papa, producida por el hongo *Rhizoctonia solani*, el cual afecta la emergencia y el desarrollo de la planta, provoca la producción de una gran cantidad de tubérculos deformes, protuberantes, partidos y con costra negra, y finalmente, reduce el rendimiento del cultivo. Para el control de esta enfermedad, se usa Pencycuron, un fungicida no sistémico con acción protectora, sin embargo, para un control eficiente es necesario evaluar la susceptibilidad de los grupos de anastomosis (GA) de *R. solani* a este fungicida, por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar el nivel de susceptibilidad al Pencycuron de los GA de *R. solani* encontrados en ocho regiones productoras de papa en México. Se colectaron plantas de papa con síntomas de costra negra, de las que se aislaron 21 cepas de *R. solani* en medio de cultivo PDA. Se identificó a los GA: AG-3 y AG-4 (AG, por sus siglas en inglés) en una proporción de 52.4 y 47.6 % respectivamente, mediante la confrontación de hifas. En las muestras colectadas en Navidad, N. L., Arteaga, Coah., Ayahualulco, Ver., Tapalpa, Jal. y Huatabampo, Son., se encontró el AG-3; y en las colectadas en Aldama, Chih., Mochis, Sin., Guasave, Sin. y en Arteaga, Coah. se encontró el AG-4. Los resultados indicaron que las cepas de *R. solani* fueron inhibidas a una  $CI_{50}$  de 0.014 a 39209.5 mg i.a./L, detectando un factor de resistencia (FR) muy elevado. El FR máximo para aislados del AG-3 fue de 145 y de 3920956 para los aislados pertenecientes al AG-4.

**Palabras clave:** *Solanum tuberosum*, *Rhizoctonia solani* Kühn, costra negra, susceptibilidad a fungicidas, límites fiduciales, cepa de hongo.

## ABSTRACT

*Susceptibility to Pencycuron of Rhizoctonia solani Kühn anastomosis groups in eight potato producing regions of Mexico.* Rhizoctoniasis, or black scurf, is a fungal disease of potato, caused by *Rhizoctonia solani*, which affects the plant's emergence and growth, causes the production of a large number of deformed tubers, bulbous, broken and with a black scurf and, at the end, it reduces crop yields. In order to control this disease, Pencycuron is used. This is a non-systemic fungicide with protective action, however, for an efficient control it is necessary to evaluate the susceptibility of *R. solani* anastomosis groups (GA) to this fungicide so, the objective of this study was to evaluate the susceptibility level of the *R. solani* GA found in eight potato growing regions in Mexico to Pencycuron. Potato plants with symptoms of black scurf were collected and 21 strains of *R. solani* were isolated in a PDA medium. The GA: GA-3 and AG-4 (AG, for its acronym in English) were identified in a proportion of 52.4 and 47.6% respectively, by comparing hyphae. In samples collected at Navidad, N. L., Arteaga, Coah., Ayahualulco, Ver., Tapalpa, Jal. and Huatabampo, Son., AG-3 was found; and in those collected in Aldama, Chih., Mochis, Sin., Guasave, Sin., and Arteaga, Coah. AG-4 was found. The results indicated that strains of *R. solani* were inhibited at a  $CI_{50}$  from 0.014 to 39209.5 mg i.a./L, detecting a very high resistance factor (FR). The maximum FR isolates of AG-3 were 145 and 3,920,956 for isolates belonging to AG-4.

**Key words:** *Solanum tuberosum*, *Rhizoctonia solani* Kühn, black scurf, susceptibility to fungicides, fiducial limits, fungal strain.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pagina
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Costra Negra de la Papa <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.....	4
Antecedentes Históricos.....	4
Ubicación Taxonómica.....	4
Ciclo Biológico.....	5
Epidemiología.....	6
Características Morfológicas.....	6
Distribución.....	7
Importancia.....	7
Variabilidad Genética.....	8
Tipos de Fusión de Hifas.....	9
Grupos de Anastomosis y Distribución.....	10
Medidas de Manejo.....	12
Control Cultural.....	12
Control Biológico.....	13
Control Genético.....	14
Control Químico.....	14
Susceptibilidad a fungicidas	15
ARTICULO:	
Susceptibilidad al Pencycuron, de Grupos de Anastomosis de <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn en Ocho Regiones Paperas de México.....	17
CONCLUSIONES GENERALES.....	35
LITERATURA CITADA.....	36
APÉNDICE.....	41

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pagina
1	Características morfológicas, fenotípicas y grupos de anastomosis de los aislamientos de <i>R. solani</i> de las diferentes localidades muestreadas.....	27
2	Valores de CI <sub>50</sub> , límite inferior y superior, CI <sub>90</sub> y factor de resistencia (FR) de aislamientos de <i>R. solani</i> en pruebas de sensibilidad al fungicida pencycuron.....	29
A.1	Crecimiento micelial (cm) de 21 aislados de <i>R. solani</i> Kühn, expuestos al pencycuron.....	42
A.2	Inhibición de crecimiento micelial (%) de 21 aislados de <i>R. solani</i> Kühn, expuestos al pencycuron.....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pagina
1	Concentración inhibitoria ( $CI_{50}$ ) y límites fiduciales de pencycuron para 21 cepas de grupos de anastomosis AG-3 y AG-4 de <i>R. solani</i> ; CF= cepa de referencia.....	30

## INTRODUCCIÓN

La papa, (*Solanum tuberosum* L) es considerada como el pan del mundo andino de donde es originaria y reconocida por la ONU a través de la FAO como uno de los cuatro productos alimenticios que sirven de sustento a la población mundial junto con el arroz, trigo y maíz. Este tubérculo, es el producto no cereal número uno, cuya producción mundial alcanzó la cifra sin precedentes de 320 millones de toneladas en 2007, donde México contribuyó con 1,750,797 toneladas que se cosecharon en 64,709 hectáreas con un rendimiento promedio de 27.1 Ton/ha (FAOSTAT 2007). Los tres principales Estados productores fueron; Sinaloa, Sonora y Chihuahua, Nuevo León, Veracruz, Jalisco y Coahuila estos últimos se encuentran en quinto, séptimo, décimo y onceavo lugar, respectivamente; los que en conjunto aportaron el 70 % de la producción nacional (SIAP 2007).

Los principales problemas que limitan la producción del cultivo de papa son los fitosanitarios, destacando las enfermedades causadas por hongos, dentro de las cuales la viruela o costra negra causada por *Rhizoctonia solani* Kühn, es de las más importantes. Esta enfermedad se presenta en todas las áreas productoras del mundo, ocasionando pérdidas que varían del 7 al 64 % al manifestarse como cánceres en tallos, raíces y estolones impidiendo su brotación y desarrollo (Sneh *et al.*, 1991). En tubérculos, el hongo reduce la calidad y comercialización al desarrollarse la costra negra sobre su cutícula (Hooker, 1990). Se han reportado incidencias de 35 y 97.7 % en tallos y

tubérculos respectivamente y severidades del 73.9 % cuando no se aplican fungicidas (Alonso, 1992). Este fitopatógeno presenta una amplia variedad de biotipos, que originan diferentes niveles patogénicos, sensibilidad a fungicidas, rangos de hospederos y distribución. En medios de cultivo, el patógeno manifiesta una amplia gama de tipos miceliales y distintas formas de esclerocios (Adams y Butler, 1979).

Mediante la variación fenotípica entre los aislamientos de *R. solani* y la reacción de anastomosis de hifas, actualmente se ha dividido este hongo en 14 grupos de anastomosis (AG, por sus siglas en inglés) y varios subgrupos (González, 2002). Los AG que se encuentran asociados a este cultivo son: 1, 2, 3, 4, 5, 7 y 9 de los cuales el AG-3 es la causa principal de la costra negra (Carling y Leiner, 1990). Debido a la movilización de semilla contaminada se han distribuido los grupos anastomóticos en las diferentes regiones productoras de papa.

El uso de agroquímicos es la medida de control más usada por los agricultores. Generalmente, la primera reacción del agricultor cuando un plaguicida pierde su efectividad es hacer mezclas y/o incrementar la dosis y frecuencia de aplicación, lo que trae como resultado el aumento del costo directo en el control de plagas (McPherson, 1995), a la vez que tienden a incrementarse los niveles de resistencia. La ocurrencia de este fenómeno está ampliamente expandida en las regiones agrícolas del mundo y representa la respuesta a la prolongada exposición a plaguicidas que actúa como una fuerza de selección, la

cual concentra los distintos factores genéticos preexistentes en diferentes organismos y que confieren resistencia (Plapp y Wang, 1983). Dentro de los productos químicos más utilizados para el control de esta enfermedad, está el pencycuron, al cual, cepas de *R. cerealis* aisladas de la región papera de Coahuila mostraron tolerancia (Alonso, 1992).

Por lo anteriormente expuesto, como objetivos para este trabajo de investigación se planteó conocer los grupos de anastomosis de *R. solani* presentes en siete Estados productores de papa en México y sus niveles de susceptibilidad al fungicida pencycuron.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Costra Negra de la Papa *Rhizoctonia solani* Kühn

#### Antecedentes Históricos

En 1815 De Candolle nombró como *Rhizoctonia crocorum* a la especie parásita del azafrán, posteriormente en 1862 los hermanos Tulasne concluyeron que el patógeno del azafrán y el de la alfalfa era la misma especie, por su parte Kühn en 1862 descubrió un organismo plaga en la papa, y lo denominó como *Rhizoctonia solani* (Walker, 1965). Después del hecho que acontece a De Candolle se han descrito a más de 100 especies (Carling y Leiner, 1990).

#### Ubicación Taxonómica

De acuerdo a Alexopoulos et al., (1996) *Rhizoctonia solani* es la fase anamorfica del estado perfecto *Thanatephorus cucumeris* del phylum Basidiomycota.

Presentando también un estado teleomórfico (Fase sexual) que se ubica en tres géneros de la clase basidiomycetes: *Thanatephorus* (Anamorfo= *R. solani* K), *Ceterobasidium* (anamorfo= *Rhizoctonia* binucleadas) y *Waintea* (Anamorfo= *R. oryzae*, *R. zae* y quizá otras más) (Carling et al., 1994).

## **Ciclo Biológico**

*R. solani* sobrevive como esclerocio; en tubérculos de papa, en el suelo o bien como micelio en esquilmos de cosecha. Cuando las condiciones son favorables, los esclerocios germinan e invaden tallos de papa y brotes, especialmente a través de heridas. Las raíces y estolones son invadidos conforme se desarrollan durante el ciclo de cultivo, la formación de los esclerocios sobre los nuevos tubérculos es iniciada en cualquier momento, dependiendo de las condiciones ambientales, sin embargo, el máximo desarrollo ocurre cuando los tubérculos permanecen en suelo después del deshidratado de los tallos (Hooker, 1990).

El mecanismo de infección ocurre cuando las plantas estimulan al patógeno a formar un apresorio lobulado o un cojín de infección y penetra las paredes celulares por la secreción de enzimas proteolíticas y pectinolíticas extracelulares, una vez en el interior de las células obtiene sus nutrientes del citoplasma (Hooker, 1990).

## **Epidemiología**

El inóculo de *R. solani* se incrementa en los terrenos donde se practica el monocultivo de papa como también en los que se hacen rotaciones eventuales

con otros cultivos, así mismo es favorecido por las temperaturas bajas (18 °C) y suelos húmedos, así como por el uso de semilla con esclerocios (Hooker, 1990).

Agrios (1991) menciona que la enfermedad es más severa en suelos moderadamente húmedos que en suelos secos o inundados; por su parte; Carling y Leiner (1990) señalan que *R. solani* es más frecuente en lugares con climas frescos y húmedos que en ambientes cálidos y secos.

### **Características Morfológicas**

Según Ogoshi (1987) *R. solani* se caracteriza por presentar ramificaciones en ángulo recto (90°), un septo cercano al punto de origen de la ramificación, ligeras constricciones en el punto de origen de la ramificación, células moniloides (tres o más núcleos por célula), un diámetro de hifas de 6 a 10µ y ausencia de conidias; el estado telomórfico se presenta en *Tanatephorus cucumeris* Frank & Donk. Barnett y Hunter (1987) agregan, que el micelio joven es hialino y posteriormente se torna de color amarillo a café claro. Por su parte Sneh *et al.* (1991), mencionan que las dimensiones de las células hifales de *R. solani* varían entre los aislamientos, teniendo rangos promedios de tres a 17 µ de diámetro y de 50 a 250 µ de longitud; además señalan que los esclerocios son masas compactas de células moniloides o hifas no diferenciadas de color variable según la especie; café (*R. solani*), salmón (*R. oryzae*) y blanco (*R.*

*cerealis*). El diámetro de esclerocios varía de menos de 1 mm hasta 8 mm y pueden presentarse tanto dentro como fuera del hospedero.

## **Distribución**

*R. solani* es un organismo habitante del suelo y patógeno de una gran variedad de plantas (Liu y Sinclair, 1992), además es un hongo muy versátil; facultad que le permite adaptarse y sobrevivir bajo diversas condiciones en todo el mundo (Butler, 1980).

En Perú se aisló a *R. solani* de tallos y tubérculos de papa provenientes de valles costeros con altitudes de 150 a 270 msnm, valles altos de 2460 a 3600 msnm y en laderas a 850 msnm (Anguiz y Martín, 1989). En Alaska donde el verano es corto y los suelos fríos este hongo reduce significativamente la calidad y producción de este cultivo, en Quebec, Gran Bretaña e Irlanda del Norte se presentan condiciones similares (Carling y Leiner, 1990).

## **Importancia**

*R. solani* es importante en la agricultura ya que este fitopatógeno ataca una amplia gama de especies vegetales, entre los cuales destacan cultivos anuales, incluyendo a casi todas las hortalizas y flores, cereales, ornamentales,

árboles y arbustos, así mismo este fitopatógeno como tal, posee una distribución prácticamente mundial (Agrios, 1991).

En el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L) el hongo *R. solani* causa la enfermedad conocida como cáncer de tallo y estolón, como también lo que comúnmente se conoce como costra negra de la papa, provocando reducciones en la producción y calidad de tubérculos (Carling y Leiner, 1990) y consecuentemente un bajo rendimiento comercial (Otrysko y Banville, 1992). Los daños ocasionados por este fitopatógeno se asocian con la reducción de emergencia de los brotes, tubérculos deformados, agrietados y con esclerocios sobre la superficie (Banville, 1989 y Otrysko *et al.*, 1988). Platt (1989) demostró que después de los 30 días de siembra con semilla infestada por este hongo se reduce el vigor de planta en un 15 %. La emergencia de plántula es afectada hasta en un 23.9 %, en Alaska los cultivos alcanzaron reducciones de 7 a 64 % (Carling *et al.*, 1989).

### **Variabilidad Genética**

Se ha demostrado que *R. solani* posee una amplia variabilidad genética, especialmente en aislamientos del cultivo de papa, esto fue evidenciado desde 1916 cuando Rosenbaum y Shapovalov (1917) aislaron una cepa de *R. solani* en papa que denominaron “R5” la cual diferenciaron de las demás por algunas características morfológicas y de comportamiento. Posteriormente esta

variabilidad motivó a Schultz en 1937 (Citado por Ogoshi, 1987) a desarrollar 5 grupos basados en la fusión de hifas entre aislados. Más recientemente Parmenter *et al.* (1969) reconocieron cuatro grupos de anastomosis: AG (Por sus siglas en ingles) AG-1, AG-2, AG-3 y AG-4, esto dio inicio al desarrollo del concepto “grupos de anastomosis”. Bandy *et al.* (1984), menciona que Ogoshi en 1972 encontró en Japón además de los mismos grupos a los AG-5 y AG-6. Sneh *et al.* (1991) agrupo a *R. solani* en 11 grupos de anastomosis. Actualmente este hongo se a subdividido en 14 grupos anastomósicos y varios subgrupos (González, 2002).

Anderson (1982) define anastomosis como fusión de hifas con intercambio nuclear y recombinación de material genético. La reacción de anastomosis puede ir desde la fusión de las paredes y membrana hasta no llevarse a cabo dicha fusión (Carling *et al.*, 1994). La significancia y las bases biológicas de la anastomosis de *R. solani* no son completamente entendidas, sin embargo una de las funciones principales de la reacción de anastomosis es definir el límite de individuos discretos genéticamente dentro de una población de la misma especie (Carling *et al.*, 1994).

**Tipos de Fusión de Hifas.-** Las hifas de *R. solani* se fusionan de las tres formas siguientes:

- 1) Fusión perfecta. Inicia con el desarrollo de las hifas, hay secreción de sustancias lo que origina atracción y contacto entre sí; el crecimiento hifal se detiene y se forman proyecciones semejantes a ramas, las paredes

celulares se disuelven y se concluye el proceso mediante el contacto de protoplasma (Yokoyama *et al.*, 1983).

- 2) Fusión imperfecta. Fusión entre diferentes aislamientos, dando por resultado normalmente una plasmólisis de las células fusionadas.
- 3) Fusión de contacto. Contacto entre hifas sin lisis de las paredes celulares en el sitio de fusión (Snech *et al.*, 1991).

Ogoshi (1987) introdujo el concepto de grupos intraespecíficos (ISG, por sus siglas en inglés) como una categoría más específica de variación intraespecífica dentro de un mismo grupo, que reconoce la agrupación basada en evidencias combinadas de comportamiento de anastomosis, patogenicidad, morfología y otros criterios. El número de ISG en los últimos años se incrementó de 13 en 1987 a 25 en 1993 (Ogoshi, 1987 y Lui *et al.*, 1992).

**Grupos de Anastomosis y Distribución.-** De acuerdo con Carling *et al.*, (1992) se han clasificado los siguientes grupos de anastomosis:

**AG-1.** Este grupo tiene una distribución mundial y se subdivide en tres subgrupos basados en morfología de la colonia y patogenicidad, los subgrupos son: AG-1-IA (También llamado tipo 2 ó tipo sasakii) causa tizón carbonoso del arroz, AG-1-IB (Tipo 1 ó microesclerocical) causa tizón en hojas de muchos hospederos y AG-1-IC causa ahogamiento en muchos hospederos.

**AG-2.** Este grupo está dividido en tres subgrupos, basado en patogenicidad y requerimientos nutricionales con respecto a tiamina; AG-2-1 que causa la pudrición de raíz y ahogamiento en muchos hospederos AG-2-2IIIB que

induce la mancha café en pastos y el AG-2-2IV que produce tizón y pudrición de la raíz de betabel. El AG-2 tiene distribución mundial.

**AG-3.** Es un grupo homogéneo y no presenta subgrupos, causa pudrición de tallo y costra negra de la papa en donde quiera que se cultive ésta.

**AG-4.** Llamado tipo prácticola, se subdivide en 2 grupos; HG-I y HG-II basados en diferencias de la homología del ADN, causa ahogamiento en un amplio número de hospederos, se distribuye mundialmente.

**AG-5.** Grupo homogéneo, puede causar pudrición de tallo y raíz en papa, pero generalmente es menos virulento que el AG-3, así mismo es auxotrófico a tiamina, se ha reportado en Europa, Asia, Norteamérica y recientemente Alonso *et al.* (1994) lo reportan en el norte de México.

**AG-6.** Presenta dos subgrupos HG-I y HG-V, no se han reportado aislamientos patogénicos a plantas y se pueden distinguir de otros basados en la homología del ADN, se ha reportado únicamente en Japón.

**AG-7.** Este grupo solo se ha encontrado en Japón y puede causar daños menores a las raíces de algunas hortalizas y recientemente se encontró en tubérculos de papa en la región de Toluca, México (Carling *et al.*, 1987).

**AG-8.** Induce manchones desnudos en cereales y algunos estudios indican que puede causar pudrición de raíz en papa: se ha presentado en Australia, el noroeste de Estados Unidos y el Reino Unido.

**AG-9.** Encontrado en Alaska y Oregon, siendo un patógeno que ataca a la papa y a hortalizas (Carling *et al.*, 1987).

**AG-10.** Presente en el Pacífico noroeste de los Estados Unidos asociado con los cultivos de granos pequeños.

**AG-11.** Se considera auxotrófico a tiamina y muestra cierta anastomosis con los AG-2 y 8, mostrando una relación distante de enlace entre ellos, se ha encontrado asociado a lupino, soya, algodón, rábano, trigo y papa (Carling *et al.*, 1994).

**AG-12 y AG-13.** Se han reportado en diversos hospederos (Carling *et al.*, 1994).

### **Medidas de Manejo**

#### **Control Cultural.**

Romero (1988) menciona, que para reducir daños por *R. solani* los cultivos de papa deben tener un buen drenaje, un buen programa de control de maleza, rotación de cultivos incluyendo pastos y cereales y modificar fechas de siembra para escapar del tiempo frío y húmedo que favorecen al patógeno.

Hernández *et al.* (1993) señalan que *R. solani*, es un patógeno difícil de controlar debido a que no existen medidas prácticas de control y efectivas. La desinfección de suelo puede ser efectiva, pero no practica; la rotación de cultivos puede tener efectos benéficos, pero dada la presencia de los grupos de anastomosis que se desarrollan en diferentes cultivos y debido al amplio rango de hospederos, esta práctica deja de ser efectiva.

## **Control Biológico.**

El control biológico de enfermedades de plantas, es una alternativa de control que se ha incrementado notablemente, principalmente con el uso de microorganismos de la rizósfera, dado que ellos constituyen la línea frontal de defensa entre patógenos nativos del suelo y las raíces de las plantas (Weller, 1988).

Los micoparásitos más ampliamente utilizados por su potencial en el control biológico son; *Trichoderma* y *Gliocadium* (Papavizas, 1985). Worasatit *et al.* (1994) observaron que el micopárasito *Trichoderma harzianum* IMI288012 reduce el crecimiento de *R. solani* en un 69.6 % y *T. koningii* reduce fuertemente la pudrición de raíz causada por *R. solani* en trigo; por su parte Sidhu y Young (1991) mencionan que bajo condiciones de laboratorio y campo el hongo *Laetisaria arvalis* ejerció control sobre *R. solani*. En pruebas de invernadero *Trichoderma viridae* y *Gliocadium virens* (GI-21) aplicados como polvo a tubérculos de papa infestados con esclerocios de *R. solani* antes de la siembra, redujeron la incidencia de la enfermedad en un 50 y 55 % respectivamente (Beagle-Ristaino y Papaviza, 1985).

Por otra parte, existe un gran número de bacterias capaces de producir antibióticos como mecanismo supresor de enfermedades causadas por hongos (Weller, 1988). Quizá los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas* son los más estudiados por la producción de antibióticos (Thomashow y Weller, 1990). El antibiótico 2,4-dicetilfloroglucinol (DAPG) que produce *Pseudomonas*

*fluorescens* inhibe el crecimiento micelial de *R. solani*, *Pythium ultimum*, además de inhibir a la fitobacteria *Erwinia carotovora* subs. *Atroseptica* (Nowak et al., 1994). Por su parte Tschen (1987) en laboratorio encontró que *Bacillus subtilis* F-29-3 produce un antibiótico complejo a base de bacilisina y fengimicina que es capaz de inhibir a *R. solani* y provocar malformaciones en las hifas, y en invernadero mostró que el cubrimiento de tubérculos con esta bacteria, protege a las plántulas del daño por costra negra.

### **Control Genético.**

Hooker (1990) hace un señalamiento; que todavía no ha sido posible identificar un alto nivel de resistencia en materiales de papa para especies de *R. solani*. Tres años después Leach y Webb (1993) encontraron grados moderados de resistencia en líneas de papa rojizas.

### **Control Químico.**

Agrios (1991) manifiesta que varios fungicidas de contacto (Mancozeb, anilazina y clorotalonil) y sistémicos (Carboxin y tiofanato de metilo) proporcionan buen control de la enfermedad.

Brennan (1991) determinó que aplicando nitrato de amonio, la incidencia y severidad de *R. solani* en porcentaje disminuía de un 45.9 a 32.7 y de 27 a 9.1 con fertilizantes a base de cobre.

Alonso (1992) señala que los fungicidas flutalonil, pencycuron y PCNB controlan eficientemente a *R. solani*. Romero (1988) menciona que en campo se puede reducir el daño de *R. solani* aplicando terraclor (PCNB, 12.5 kg/ha) o benomilo a 1000 ppm.

**Susceptibilidad a Fungicidas.-** Olaya *et al.* (1994) reporto que tolclofosmetil y fludioxonil a 0.1 µg i.a/ml afectaron el crecimiento de los siguientes grupos anastomosicos de *R. solani*; AG-2-2, AG-4 y AG-5 y a 1.0 µg i.a/ml redujeron fuertemente su crecimiento. Los aislamientos no desarrollaron con el iprodione a 10 µg i.a/ml. Los AG-4 y AG-5 no fueron susceptibles al pencycuron a dosis de 1.0 µg i.a/ml, el crecimiento fue afectado casi en un 35 % con dosis de 10 y 100 µg i.a/ml y los AG-2-2 presentaron una inhibición de más del 50 % con una concentración de 1.0 µg i.a/ml y de 80 % con 10 y 100 µg i.a/ml. El benomilo impidió el crecimiento de los AG-4 y 5 con las concentraciones de 10 y 100 µg i.a/ml, el crecimiento de los AG-2-2 no fue afectado a 1.0 µg i.a/ml; con la dosis de 10 µg i.a/ml el crecimiento vario de 33 a 75 % y de 67 a 100 % con una concentración de 100 µg i.a/ml.

Martín *et al.* (1984) reportan como susceptibles y moderadamente susceptibles a benomilo cepas de *R. soalni* (AG-1, 2, 3 y 4) y binucleadas ( $CI_{50} < 50$  mg i.a/L) y como tolerantes a *R. zea*e ( $CI_{50} > 50$  mg i.a/L); las cepas de esta última especie mostraron ser susceptibles a carboxin, PCNB, iprodione, clorotalonil y triadimefon. La respuesta de *R. solani* al PCNB fue; AG-2 y 3

susceptibles (< 1.0 mg i.a/L), AG-1 moderadamente susceptibles (1-10 mg i.a/L) y AG-4 tolerante (> 50 mg i.a/L); respecto al clorotalonil el AG-3 fueron susceptibles y los AG-1, 2 y 4 fueron moderadamente susceptibles. Las cepas binucleadas se mostraron de susceptibles a tolerantes al PCNB y clorotalonil.

Kataría *et al.* (1991) menciona que el tolclofos-metil inhibió fuertemente el desarrollo de 23 cepas de AG-2-1 y 20 cepas de AG-4. Todos los aislamientos del AG-4 no fueron susceptibles al pencycuron a una  $CI_{90}$  > 500 mg i.a/L y AG-2-1 mostró variabilidad en los niveles de susceptibilidad a una  $CI_{90}$  0.5-220 mg i.a/L.

**Susceptibilidad al Pencycuron, de Grupos de Anastomosis de *Rhizoctonia solani* Kühn en ocho Regiones Paperas de México**

**Susceptibility to Pencycuron of Groups of Anastomosis of *Rhizoctonia solani* Kühn in Eighth Potatoes Regions of Mexico**

**José Ramón Chávez Barragán<sup>1</sup>, Francisco Daniel Hernández Castillo<sup>1\*</sup>, Gabriel Gallegos Morales<sup>1</sup>, Raúl Rodríguez Herrera<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Saltillo, Coah., México. Tel.: (844) 411-03-26 y 27, fax (844) 411-0226. E-mail: [chavezba19@hotmail.com](mailto:chavezba19@hotmail.com) (\*Autor responsable). <sup>2</sup>Departamento de Investigación en Alimentos, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Blvd. Venustiano Carranza e Ing. José Cárdenas s/n, Colonia República, 25280, Saltillo, Coah., México.

**Abstract**

***Susceptibility to Pencycuron of Rhizoctonia solani Kühn anastomosis groups in eight potato producing regions of Mexico.*** Rizoctoniasis, or black scurf, is a fungal disease of potato, caused by *Rhizoctonia solani*, which affects the plant's emergence and growth, causes the production of a large number of deformed tubers, bulbous, broken and with a black scurf and, at the end, it reduces crop yields. In order to control this disease, Pencycuron is used. This is a non-systemic fungicide with protective action, however, for an efficient control it is necessary to evaluate the susceptibility of *R.*

*solani* anastomosis groups (GA) to this fungicide so, the objective of this study was to evaluate the susceptibility level of the *R. solani* GA found in eight potato growing regions in Mexico to Pencycuron. Potato plants with symptoms of black scurf were collected and 21 strains of *R. solani* were isolated in a PDA medium. The GA: GA-3 and AG-4 (AG, for its acronym in English) were identified in a proportion of 52.4 and 47.6% respectively, by comparing hyphae. In samples collected at Navidad, N. L., Arteaga, Coah., Ayahualulco, Ver., Tapalpa, Jal. and Huatabampo, Son., AG-3 was found; and in those collected in Aldama, Chih., Mochis, Sin., Guasave, Sin., and Arteaga, Coah. AG-4 was found. The results indicated that strains of *R. solani* were inhibited at a  $CI_{50}$  from 0.014 to 39209.5 mg i.a./L, detecting a very high resistance factor (FR). The maximum FR isolates of AG-3 were 145 and 3,920,956 for isolates belonging to AG-4.

**Key words:** *Solanum tuberosum*, *Rhizoctonia solani* Kühn, black scurf, susceptibility to fungicides, fiducial limits, fungal strain.

## **Resumen**

La rizoctoniasis o costra negra es una enfermedad de la papa, producida por el hongo *Rhizoctonia solani*, el cual afecta la emergencia y el desarrollo de la planta, provoca la producción de una gran cantidad de tubérculos deformes, protuberantes, partidos y con costra negra, y finalmente, reduce el rendimiento del cultivo. Para el control de esta enfermedad, se usa Pencycuron, un fungicida no sistémico con acción protectora, sin embargo, para un control eficiente es

necesario evaluar la susceptibilidad de los grupos de anastomosis (GA) de *R. solani* a este fungicida, por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar el nivel de susceptibilidad al Pencycuron de los GA de *R. solani* encontrados en ocho regiones productoras de papa en México. Se colectaron plantas de papa con síntomas de costra negra, de las que se aislaron 21 cepas de *R. solani* en medio de cultivo PDA. Se identificó a los GA: AG-3 y AG-4 (AG, por sus siglas en inglés) en una proporción de 52.4 y 47.6 % respectivamente, mediante la confrontación de hifas. En las muestras colectadas en Navidad N. L., Arteaga Coah., Ayahualulco Ver., Tapalpa Jal., y Huatabampo Son. se encontró el AG-3; y en las colectadas en Aldama, Chih., Mochis, Sin., Guasave, Sin. y en Arteaga, Coah. se encontró el AG-4. Los resultados indicaron que las cepas de *R. solani* fueron inhibidas a una  $CI_{50}$  de 0.014 a 39209.5 mg i.a./L, detectando un factor de resistencia (FR) muy elevado. El FR máximo para aislados del AG-3 fue de 145 y de 3920956 para los aislados pertenecientes al AG-4.

**Palabras clave:** *Solanum tuberosum*, *Rhizoctonia solani* Kühn, costra negra, susceptibilidad a fungicidas, límites fiduciales, cepa de hongo.

## **Introducción**

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) es afectado entre otras enfermedades, por la rizoctoniasis o costra negra, la cual fue descrita por Kühn en 1862, a la que denominó *Rhizoctonia solani* (Walker, 1965). Este hongo habita en el suelo y cuenta con un amplio rango de adaptación climatológico, edafológico y de especies hospederas (Butler, 1980; Lui y Sinclair, 1992). Este patógeno ha

sido aislado de tallos y tubérculos de papa encontrados al oriente de los Andes en Perú, en valles con altitudes de 1500 a 3600 m. También se ha encontrado en zonas paperas de Alaska, donde el periodo de verano es corto y los suelos fríos; en estas zonas *R. solani* causa reducciones en la producción que fluctúan entre el 7 y el 64 %, debido a la utilización de semilla con presencia de esclerosios (Carling *et al.*, 1989; Anguiz y Martín, 1989). Una situación similar ha sido reportada en Canadá, Gran Bretaña, Estados Unidos e Irlanda del Norte (Carling y Leiner, 1990). En México se han consignado incidencias de 35 a 97.7 % en tallos y tubérculos, respectivamente, causadas por este patógeno (Alonso *et al.*, 1994).

Está demostrado que *R. solani* posee una amplia variabilidad genética, especialmente en aislamiento del cultivo de papa. Rosenbaum y Shapovalov (1917) aislaron una cepa de *R. solani* que denominaron R<sub>5</sub> la cual diferenciaron de las cepas más comunes; por provocar lesiones más profundas en tallos y tubérculos; por tener pronta respuesta de los esclerosios sobre medios definidos; y por presentar diferencias en algunas características morfológicas. Más tarde Parmenter *et al.*, (1969) determinaron que *R. solani* se encuentra dividido en diversos GA basados en la compatibilidad de las hifas entre los aislamientos, al reconocer cuatro GA: AG-1, AG-2, AG-3 y AG-4 (AG, por sus siglas en inglés). En Japón encontraron además los AG-5 y AG-6 (Bandy *et al.*, 1988).

Ogoshi (1987) determinó la compatibilidad entre GA cuando al confrontar aislamientos en medio sólido existe atracción, fusión de hifas y muerte de las

células fusionadas. *Rhizoctonia solani* se ha dividido en 14 grupos anastomóticos y varios subgrupos, en base a la variación fenotípica entre los aislamientos y la reacción de anastomosis de las hifas. Además, secuencias del ADN<sub>R</sub> confirman que *R. solani* es un complejo de especies, por lo que se deben reconocer varios grupos anastomóticos con este rango taxonómico (González, 2002).

La mayoría de los aislamientos de *R. solani* que afectan al cultivo de la papa pertenecen al AG-3; otros grupos que se encuentran asociados a este cultivo son: AG-1, AG-2, AG-4, AG-5, AG-7 y AG-9 (Carling y Leiner, 1986; Bandy *et al.*, 1988; Corona *et al.*, 1994; Bains y Bisht, 1995; y Chávez, 2000).

Los GA de *R. solani* reaccionan diferente ante un mismo fungicida. Cataria *et al.* (1991) reportan que tiabendazol, carboxin, y vinclozolin inhiben el desarrollo de todos lo AG con amplias variaciones en el nivel de toxicidad. Por su parte Olaya y Abawi (1992) mencionan que *R. solani* no creció con la aplicación de tolclofós-metilo a 1 ppm, ni con iprodiona a 10 ppm y que la sensibilidad de las cepas varió con Pencycuron y benomilo a 100 ppm. Los aislamientos de AG-4 y de AG-5 mostraron baja sensibilidad al Pencycuron; por el contrario, el crecimiento de varios aislados de AG-2-2 se redujo a concentraciones bajas de este fungicida (Olaya *et al.*, 1994). Por su parte Virgen (2003) reporta algo similar, ya que cepas de los AG-2 y AG-3 mostraron una alta sensibilidad al Pencycuron a una dosis de 5.8 mg i.a./L mientras que las cepas de los AG-4, AG-5 y AG-7 no fueron afectadas fuertemente. Hernández (2005)

reporta un factor de resistencia heterogéneo entre cepas de los AG-3 y AG-4, donde resalta el patrón de mayor sensibilidad del AG-3 al Pencycuron con una concentración inhibitoria máxima del 50 % de 1.044 mg i.a./L y menos sensibilidad del AG-4 con una  $CI_{50}$  máxima de 2.259 mg i.a./L.

Teniendo como base la información antes mencionada, se realizó el presente estudio con el objetivo de evaluar el nivel de susceptibilidad al Pencycuron de los GA de *Rhizoctonia solani* encontrados en diversas regiones productoras de papa en México.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Obtención de Muestras**

En las regiones paperas de Aldama, Chih., Arteaga, Coah., Tapalpa, Jal., Navidad, N. L., Guasave, Sin., Mochis, Sin., Huatabampo, Son. y Ayahualulco, Ver., en México, se recolectaron plantas y tubérculos de papa con síntomas y signos de *R. solani*. El material vegetativo se depositó en bolsas de papel; cada bolsa se rotuló con el nombre de la localidad, del productor, de la variedad y la fecha de colecta; posteriormente se trasladaron al Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

### **Aislamiento de Cepas**

Las muestras se lavaron en agua corriente para eliminar la tierra.

Posteriormente, bajo condiciones de asepsia, con un bisturí se hicieron cortes de 1 a 2 cm en los márgenes de las lesiones, mismos que se colocaron con pinzas de disección en cajas petri con hipoclorito de sodio al 1 % durante 5 min para su desinfección. El material se lavó con agua destilada estéril por dos ocasiones; una vez desinfectado, se puso sobre papel filtro estéril para su secado. Se colocaron cinco porciones de tejido enfermo en cajas petri con medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA), previamente rotuladas, y se incubaron a  $24 \pm 2$  °C durante dos días. Las colonias de *R. solani* se observaron con un microscopio estereoscópico (Objetivo 10 X), para diferenciarlas, en forma y velocidad de crecimiento, de las de otros hongos y de las mismas colonias generadas por *R. solani*. Finalmente, con una aguja de disección, se obtuvieron cepas puras por punta de hifa, las que se colocaron en cajas petri con PDA y se incubaron a  $24 \pm 2$  °C.

### **Identificación de *R. solani***

Se observaron hifas jóvenes de tres días de edad, con un microscopio compuesto (Objetivo 40 X); las muestras se montaron en un portaobjetos y se tiñeron con colorante de giemsa, buscando las características morfológicas citadas por Ogoshi, (1987), Hooker, (1990) y Sneh, *et al.*, (1991). En tres hifas seleccionadas al azar se contó el número de núcleos localizados en la tercera o cuarta célula, con respecto a la apical, para ello se utilizó un microscopio compuesto (objetivo 100 X). El diámetro de las hifas se midió con un micrómetro. En ambos casos se consideró el promedio de tres repeticiones. El crecimiento micelial de cada cepa se midió hacia los cuatro puntos cardinales de la caja petri, con un vernier manual. El color del micelio

se determinó en cepas de dos semanas de edad, de acuerdo al manual de Munsell Soil Color Charts (1975).

### **Determinación de Grupos de Anastomosis**

Los grupos anastomóticos de referencia de (AG-3 y AG-4) fueron proporcionados por el Centro Universitario de Ciencias Biológicas Agronómicas (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara, en México. Los aislamientos obtenidos se confrontaron con los AG de referencia, de acuerdo al método desarrollado por Parmeter *et al.* (1969). Tanto los GA de referencia, como los aislados a identificar se mantuvieron en medio de cultivo PDA y se incubaron durante 48 h a  $24 \pm 2$  °C. Posteriormente, con un sacabocados se obtuvieron discos de 4 mm de diámetro de los márgenes del crecimiento micelial de *R. solani*. Ambos explantes se pusieron sobre un portaobjetos estéril con una capa delgada de agar-agua al 2 %, a una distancia de 3-4 cm uno de otro; y los portaobjetos se colocaron dentro de una caja petri estéril. Se utilizaron tres repeticiones por aislamiento. Los GA en confrontación se incubaron a  $24 \pm 2$  °C hasta que se observó el traslape de hifas de ambos explantes y se tiñieron con floxina B. La reacción de anastomosis de las hifas se observó en el microscopio compuesto a 40X en al menos cinco campos. Se utilizaron los criterios propuestos por Carling *et al.* (1994), en los cuales establecen tres categorías de reacción de anastomosis, y determinan como reacción positiva a aquella que en los cinco campos de observación muestre una fusión perfecta de hifas.

## Susceptibilidad al Pencycuron

Las cepas de *R. solani* se purificaron por punta de hifa y se incrementaron en PDA a una temperatura de  $24 \pm 2$  °C durante 48 h. Con un sacabocados, se obtuvieron explantes de 5 mm de diámetro de este material y con una pinza de disección se colocaron en el centro de cajas de petri con una mezcla de PDA y las dosis de Pencycuron de: 0.001, 0.003, 0.006, 0.01, 0.03, 0.05, 0.06, 0.1, 0.3, 0.5, 0.6, 1, 5, 10, 50, 100, 1000, 3000, 6000, 10000, 30000, 60000 y 100000 mg i.a./L. Según la respuesta de cada cepa se probaron un máximo de nueve y un mínimo de siete dosis, generando de siete a nueve tratamientos más el testigo (sólo PDA) y tres repeticiones por tratamiento. Las cepas sembradas se incubaron a  $24 \pm 2$  °C durante 72 h. Al término de ese período se midió el crecimiento radial con un vernier para estimar el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial en cada cepa; el crecimiento del testigo se consideró como 100 %. Con el programa Probit (Pc-log) computarizado se realizó un análisis probit de máxima verosimilitud para el porcentaje de inhibición. Se determinó la concentración inhibitoria al 50 % ( $CI_{50}$ ), al 90 ( $CI_{90}$ ) y sus límites fiduciales para cada cepa (Camacho, 1990). El factor de resistencia, que estima el número de veces que un organismo es más tolerante a una materia activa se determinó aplicando la siguiente fórmula:

$$FR = \frac{CI_{50} \text{ de CR}}{CI_{50} \text{ de CS}}$$

Donde: CR = Cepa resistente; CS = Cepa susceptible y FR es factor de resistencia (Köller y Scheinflug, 1987).

Para la aplicación de la fórmula antes señalada se consideró como cepa susceptible la que obtuvo una  $CI_{50}$  de 0.01 mg i.a/L, dicho valor se reporta como el más bajo en la literatura revisada (Kataria *et al.*, 1989).

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

### **Identificación de Cepas Obtenidas**

De acuerdo a las características morfológicas, citológicas y fenotípicas, todas las cepas aisladas de diferentes regiones paperas de México correspondieron a *R. solani*. El diámetro de las hifas varió de 5.0 a 8.7 $\mu$ , el número de núcleos fluctuó de 5 a 13, las hifas presentaron la clásica ramificación en ángulo recto y el septo distal a ésta, la coloración del micelio varió de blanco amarillento a café y presentaron crecimiento rastroso (Cuadro 1). Las características observadas aquí coinciden con las señaladas para esta especie en estudios previos (Ogoshi, 1987 y Sneh *et al.*, 1991).

### **Identificación de Grupos de Anastomosis**

De las 21 cepas de *R. solani* aisladas de raíces y tubérculos de papa en siete estados de la República Mexicana, 11 pertenecieron al AG-3 y 10 al AG-4 (Cuadro1). Este hallazgo coincide con lo reportado por Corona *et al.* (1994) y Anguiz y Martín (1989) al confirmar la presencia de los AG-3 y AG-4 de *R. solani* en el cultivo de papa. En este estudio predominó la presencia del AG-3 con un 52.4 % de frecuencia sobre AG-4 con 47.6 %. Estos valores confirman que la mayoría de los aislamientos de *R. solani* que afectan el cultivo de la papa pertenecen al AG-3,

reportado por Corona *et al* (1994), Bandy *et al* (1988), Carling y Leiner, (1986), Carling y Leiner, (1990). La presencia de los GA en general fue consistente, ya que los AG-3 fueron encontrados solamente en las localidades con mayor altitud y temperaturas más frescas y los AG-4 en localidades bajas y cálidas a excepción de la cepa 15, la cual fue aislada de Arteaga Coah., (Cuadro 1). Situación similar ocurrió en una zona de Perú productora de papa en donde los aislados provenientes de localidades altas y frías pertenecieron al AG-3 y en las localidades más bajas y cálidas al AG-4 (Anguiz y Martín, 1989).

**Cuadro 1.** Características morfológicas, fenotípicas y grupos de anastomosis de los aislamientos de *R. solani* de las diferentes localidades muestreadas

NC	LM	GA	NN	( $\mu$ )	TC	CM
3	Navidad N. L.	AG-3	10.3	7.6	Rastrero	Blanco-amarillento
4	Navidad N. L.	AG-3	7.0	6.8	Rastrero	Café
5	Navidad N. L.	AG-3	8.0	7.8	Rastrero	Café-claro
19	Arteaga Coah.	AG-3	6.0	7.0	Rastrero	Café-claro
21	Arteaga Coah.	AG-3	13.0	6.7	Rastrero	Café-claro
15	Arteaga Coah.	AG-4	8.0	7.0	Rastrero	Café-claro
27	Ayahualulco Ver.	AG-3	5.0	7.3	Rastrero	Café-claro
45	Tapalpa Jal.	AG-3	13.0	7.3	Rastrero	Café-claro
48	Tapalpa Jal.	AG-3	9.0	7.3	Rastrero	Amarillo-pálido
51	Tapalpa Jal.	AG-3	13.0	6.9	Rastrero	Café-claro
54	Huatabampo Son.	AG-3	13.0	8.7	Rastrero	Amarillo-pálido
55	Huatabampo Son.	AG-3	7.0	7.9	Rastrero	Café-claro
33	Aldama Chihuah.	AG-4	7.0	6.4	Rastrero	Café
36	Aldama Chihuah.	AG-4	7.2	5.0	Rastrero	Blanco-Grisáceo
39	Aldama Chihuah.	AG-4	10.0	6.3	Rastrero	Café-claro
40	Aldama Chihuah.	AG-4	6.0	5.4	Rastrero	Blanco-grisáceo
42	Aldama Chihuah.	AG-4	6.0	6.3	Rastrero	Café-claro
62	Mochis Sin.	AG-4	12.0	6.0	Rastrero	Blanco-amarillento
65	Mochis Sin.	AG-4	6.0	7.3	Rastrero	Blanco-amarillento
66	Mochis Sin.	AG-4	4.6	6.7	Rastrero	Blanco-amarillento
67	Guasave Sin.	AG-4	9.0	5.3	Rastrero	Blanco-grisáceo

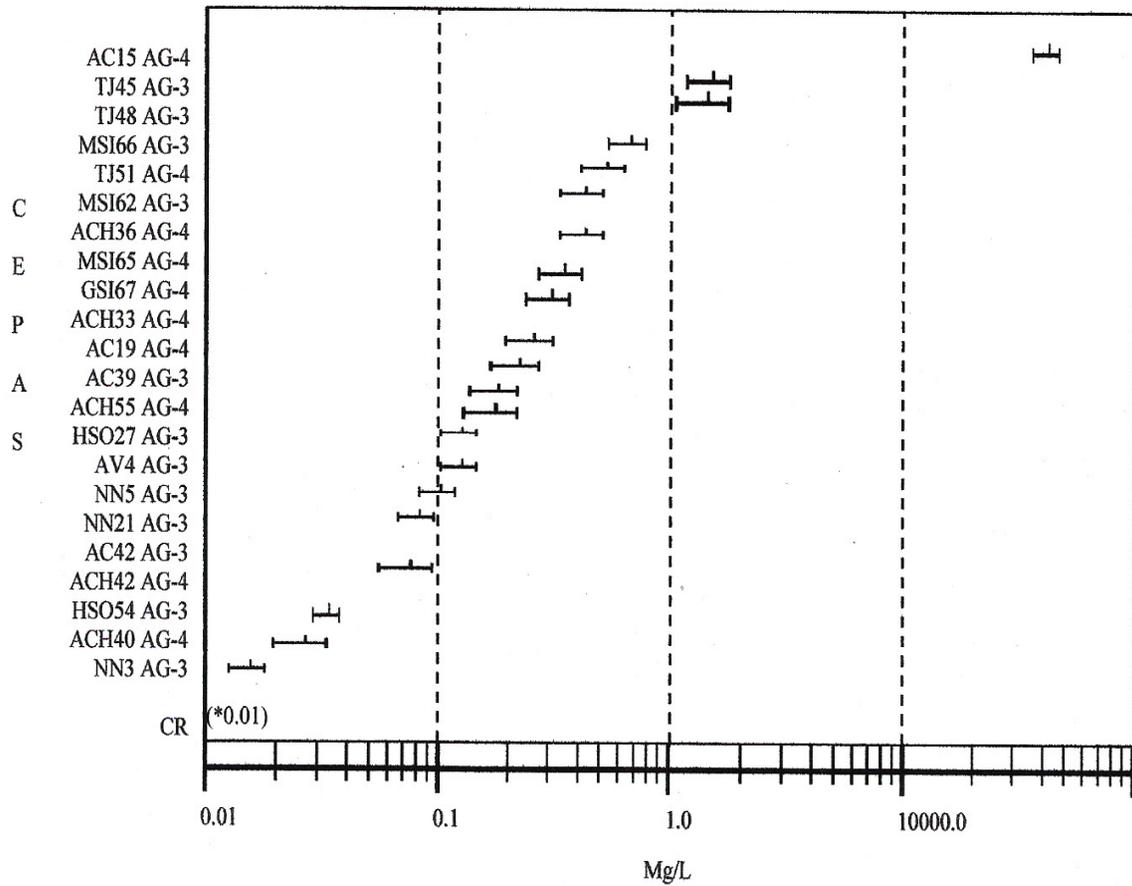
*NC = Número de cepa; LM = Localidad muestreada; GA = Grupo de anastomosis; NN = Número de núcleos; DH = Diámetro de hifa ( $\mu$ ); TC = Tipo de crecimiento; CM = Color de micelio.*

## Susceptibilidad al Pencycuron

En este estudio el crecimiento de *R. solani* fue afectado con una concentración inhibitoria ( $CI_{50}$ ) que va de 0.014 a 39209.560 mg i.a./L de Pencycuron (Cuadro 2). En estudios pioneros relacionados, se consideró como cepa susceptible aquella que es afectada en un 50 % con una dosis de 0.01 mg i.a./L del mismo fungicida (Kataria *et al.*, 1989). Esto permitió determinar que el factor de resistencia alcanzó valores de 1.5 hasta 3920956 (Cuadro 2). En base a los límites fiduciales al 50 % se pudieron determinar cuatro niveles de sensibilidad: sensibles, moderadamente sensibles, tolerantes y muy tolerantes con valores en mg i.a./L que van de: 0.01 a 0.1; 0.11 a 1.0; 1.10 a 10 y > 10 respectivamente (Figura 1). La información obtenida en este estudio sugiere que existe un alto grado de heterogeneidad en la respuesta al Pencycuron dentro de grupos anastomósicos de poblaciones naturales de *R. solani*, ya que las cepas AG-3 van de sensibles a tolerantes con las siguientes proporciones; sensibles 54.5 %, moderadamente sensibles 27.3 % y tolerantes 18.2 %. Las cepas pertenecientes al AG-4 fueron sensibles en un 20 %; moderadamente sensibles en un 70 %; y muy tolerantes en un 10 %. En términos generales, los AG-3 son más sensibles al Pencycuron que los AG-4, coincidiendo de esta forma con otros autores (Hernández *et al.*, 2005, Kataria *et al.*, 1991 y Olaya *et al.*, 1994). Sin embargo, aislados de AG-3, principalmente de la zona de Jalisco muestran valores considerables de tolerancia ( $CI_{50}$  1.448 mg i. a./L).

**Cuadro 2.** Valores de  $CI_{50}$  límite inferior y superior,  $CI_{90}$  y factor de resistencia (FR) de aislamientos de *R. solani* en pruebas de sensibilidad al fungicida pencycuron

Cepa	AG	$CI_{50}$ ppm	Límites fiduciales (95 %)		$CI_{90}$ ppm	FR
			Inferior	Superior		
NN-3	3	0.014835	0.012680	0.017306	0.079348	1.4835
ACH-40	4	0.026121	0.020241	0.033498	0.465752	2.6121
HSO-54	3	0.033555	0.028715	0.039379	0.199843	3.3555
ACH-42	4	0.076913	0.061108	0.097359	0.995639	7.6913
AC-21	3	0.089009	0.074334	0.107127	0.404794	8.9009
NN-5	3	0.094954	0.078286	0.116060	0.506433	9.4954
NN-4	3	0.117413	0.093274	0.147329	1.151110	11.7413
AV-27	3	0.130792	0.101436	0.166938	1.848174	13.0792
HSO-55	3	0.164391	0.127892	0.210072	2.385624	16.4391
ACH-39	4	0.182175	0.137365	0.238211	4.297164	18.2175
AC-19	3	0.215362	0.178179	0.260083	1.149599	21.5362
ACH-33	4	0.218097	0.166695	0.282532	4.536785	21.8097
GSI-67	4	0.314873	0.257021	0.386979	2.376514	31.4873
MSI-65	4	0.343679	0.278661	0.425843	2.881830	34.3679
ACH-36	4	0.425911	0.335401	0.540813	6.353905	42.5911
MSI-62	4	0.459088	0.372435	0.570394	3.743043	45.9088
TJ-51	3	0.549637	0.432271	0.700910	8.507400	54.9637
MSI-66	4	0.699022	0.582722	0.844379	3.545201	69.9022
TJ-48	3	1.288886	1.020054	1.648872	16.692107	128.8886
TJ-45	3	1.448185	1.138451	1.846619	22.561776	144.8185
AC-15	4	39209.5603	34577.7959	44558.9477	125291.907	3920956



**Fig. 1.** Concentración inhibitoria (CI<sub>50</sub>) y límites fiduciales de pencycuron para 21 cepas de grupos de anastomosis AG-3 y AG-4 de *R. solani*; CF= cepa de referencia.

## LITERATURA CITADA

- Alonso-Corona Z., F.D. Hernández-Castillo, G. Frías-Treviño, A. Sánchez-Arizpe. 1994. Grupos de anastomosis de *Rhizoctonia solani* en papa en Coahuila y Nuevo León, México. Memorias XXXIV Reunión Anual. Sociedad Americana de fitopatología Div. Caribe. El Zamorano, Honduras C. A. 30.
- Anguiz R., C. Martín. 1989. Anastomosis groups, pathogenicity, and other characteristics of *Rhizoctonia solani* isolates from potatoes in Peru. Plant Disease 73: 199.
- Bains P.S, V.S. Bisht. 1995. Anastomosis groups identity and virulence of *Rhizoctonia solani* isolates collected from potato plants in Alberta, Canada. Plant Disease. 79: 241.
- Bandy, B.P., S.S. Leach, S.M. Tavantzis. 1988. Anastomosis groups 3 is the major cause of *Rhizoctonia* disease of potato in Maine. Plant Disease. 72: 596.
- Butler, E.E. A. 1980. Method for long-time culture storage of *Rhizoctonia solani*. Phytopathology. 70: 820.
- Camacho, C. O. 1990. PCPROBIT. Ver. 1. 0 (Programa de cómputo). Centro de Estadística y Cálculo. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México.
- Carling, D.E., R.H. Leiner. 1986. Isolation and characterization of *Rhizoctonia solani* and binucleate *R. solani*-like fungi from aerial systems and subterranean organs of potato plants. Phytopathology. 76: 725.

- Carling, D.E., R.H. Leiner, P.C. Westphale. 1989. Symptoms signs and yield reduction associated with *Rhizoctonia* disease Symptoms of potato induced by tuberborne inoculum of *Rhizoctonia solani* AG-3. Amer Potato J. 66: 693.
- Carling, D.E., R.H. Leiner. 1990. Virulence of Isolates of *Rhizoctonia solani* AG-3 collected from potato plant organs and soil. Plant Disease. 74: 901.
- Carling, D.E., C. S. Rothrock., G. C. MacNish., M. W. Sweetingham., K. A. Brainard y S. W. Winters. 1994. Characterization of anastomosis group 11 (AG-11) of *Rhizoctonia solani*. Phytopathology. 84: 1387-1393.
- Charts, R. 1975. Munsell soil color. Ed. MacBeth. Division of Kollomorgen Corporation, Baltimore, Maryland. USA. 19 p.
- González, H. D. 2002. Estado actual de la taxonomía de *Rhizoctonia solani* Kühn. Revista Mexicana de Fitopatología. 20: 200.
- Hernández, F.D., C.R. Carvajal, E. Guerrero, A. Sánchez, G. Gallegos, R.H. Lira. 2005. Susceptibilidad a fungicidas de grupos de anastomosis del hongo *Rhizoctonia solani* Kühn colectados en zonas paperas de Chihuahua, México. Revista Internacional de Botánica Experimental. 259-269.
- Hooker, J. W. 1990. Compendium of potato diseases. 4ta. Edición. American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA. 125 p.
- Kataria, H.R., H. Singh, U. Gisi. 1989. Interaction of fungicide-insecticide combination against *Rhizoctonia solani* in vitro and in soil. Crop Protection. 8: 399.

- Kataria, H. R., P. R. Verman, and Ulrich, G. 1991. Variability in the sensitivity of *Rhizoctonia solani* anastomosis groups to fungicides. *Phytopathology*. 133:121-133.
- Köller, W., H. Scheinpflug. 1987. Fungal resistance to sterol biosynthesis inhibitors: A new challenge. *Plant Disease*. 71: 1066.
- Liu, Z.L., J.B. Sinclair. 1992. Genetic diversity of *Rhizoctonia solani* anastomosis group 2. *Phytopathology*. 82: 778.
- Ogoshi, A. 1987. Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kühn. *Annual Review Phytopathology*. 25:125-143.
- Olaya G, G. Abawi. 1992. *In vitro* sensitivity of *Rhizoctonia solani* isolates to fungicides and control of pocket rot of table beets with foliar sprays. *Plant Disease*. 82: 1069.
- Olaya G., G.S. Abawi, J. Barnard. 1994. Response of *Rhizoctonia solani* and binucleate *Rhizoctonia* to five fungicides and control of pocket rot of table beets with foliar sprays. *Plant Disease*. 78: 1033.
- Parmeter, J.R., R.T. Sherwood and W.D. Platt. 1969. Anastomosis grouping among isolates of *Thanatephorus cucumeris*. *Phytopathology* 59: 1270-1278.
- Rosenbaum, J. and M. Shapovavilov. 1917. A new strain of *Rhizoctonia solani* on the potato. *J. Agr. Res.* 9: 413-423.
- Sneh, B., Burpee, L. and Ogoshi, A. 1991. Identification of *Rhizoctonia* species. *American Phytopathological Society*. 133 p.

- Virgen, C. G. 2003. Variabilidad genética de *Rhizoctonia solani* en papa y su importancia en el manejo químico y biológico. Tesis de Doctorado. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. 41 p.
- Walker J.C. 1965. Patología Vegetal. Tercera Edición. Ed. Omega, S. A. Barcelona, España. 818 p.

## CONCLUSIONES GENERALES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio se concluye que:

Los grupos de anastomosis que se aislaron de las diferentes regiones paperas de México pertenecen a los grupos AG-3 y AG-4 de *Rhizoctonia solani*.

El grupo de anastomosis tres es el biotipo más común en el cultivo de la papa.

No existe una relación entre la presencia del AG-3 y AG-4 con las condiciones climáticas y edafológicas particulares de las regiones paperas de México.

Existe resistencia al pencycuron en asilamientos de *R. solani* AG-3 y AG-4.

## LITERATURA CITADA

- Adams, C.G. and Butler, E.E. 1979. Serological relationships among anastomosis groups of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*. 69 (6): 629-633.
- Agrios, G.N. 1991. *Fitopatología*. Ed. Limusa, México. 5° reimpresión. 756 p.
- Alexopoulos, C.J. and Mims, C.W. 1979. *Introductory mycology*. Wiley & Sons 3 th Edition. USA. 632 p.
- Alonso, C.Z. 1992. Evaluación de funguicidas para el control de la costra negra *Rhizoctonia solani* Kühn en papa (*Solanum tuberosum* Kühn L.), en Galeana N. L. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.121 p.
- Alonso-Corona Z., F.D. Hernández-Castillo, G. Frías-Treviño, A. Sánchez-Arizpe. 1994. Grupos de anastomosis de *Rhizoctonia solani* en papa en Coahuila y Nuevo León, México. *Memorias XXXIV Reunión Anual. Sociedad Americana de fitopatología Div. Caribe. El Zamorano, Honduras C. A.* 30.
- Anderson, N.A. 1982. The genetics and pathology of *Rhizoctonia solani*. *Annual Review of Phytopathology*. 20:329-347.
- Anguiz R., C. Martín. 1989. Anastomosis groups, pathogenicity, and other characteristics of *Rhizoctonia solani* isolates from potatoes in Peru. *Plant Disease*. 73 199.

- Bandy, B.P., Zanzinger, D.H. and Tavantsis, S.M. 1984. Isolation of anastomosis group 5 of *Rhizoctonia solani* from potato field soils in Maine. *Phytopathology*. 74:1220-1224.
- Banville, G.J. 1989. Yield losses and damage to potato plants caused by *Rhizoctonia solani* Kühn. *American Potato Journal* 66:821-834.
- Barnett, H.L. and Hunter, B.B. 1987. *Illustrated general of imperfecti fungi*. Fourth edition. MacMillan Publishing company USA. 218 p.
- Brennan, R.F. 1991. Effect of nitrogen and residual copper on the occurrence of *Rhizoctonia* bare patch in wheat grown near Esperance, western, Australia *Journal Experimental Agricultural*. 3:259-262.
- Butler E.E. A. 1980. Method for long-time culture storage of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*. 70: 820.
- Carling, D.E., Leiner, R.H. and Kebler, K.M. 1987. Characterization of a new anastomosis group (AG-9) of *Rhizoctonia*. *Phytopathology*. 77:1609-1612.
- Carling D.E., R.H. Leiner, P.C. Westphale. 1989. Symptoms signs and yield reduction associated with *Rhizoctonia* disease Symptoms of potato induced by tuberborne inoculum of *Rhizoctonia solani* AG-3. *Amer Potato J.* 66: 693.
- Carling D.E., R.H. Leiner. 1990. Virulence of Isolates of *Rhizoctonia solani* AG-3 collected from potato plant organs and soil. *Plant Disease* 74: 901.
- Carling D.E., C.S. Rothrock., G.C. MacNish., M.W. Sweetingham., K.A. Brainard and S.W. Winters. 1994. Characterization of anastomosis group 11 (AG-11) of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*. 84: 1387-1393.

- González, H.D. 2002. Estado actual de la taxonomía de *Rhizoctonia solani* Kühn. Revista Mexicana de Fitopatología. 20: 200.
- Hernández, C.F.D., Alonso, C.Z., Navarro, C.A y Cepeda, S.M. 1993. Efecto del fungicida flutalonil en el control de *Rhizoctonia solani* en papa. Revista Científica Agraria. 9:51-61.
- Hooker, J.W. 1990. Compendium of potato diseases. 4ta. Edición. American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA. 125 p.
- Kataria, H.R., Verman, P.R. and Ulrich, G. 1991. Variability in the sensitivity of *Rhizoctonia solani* anastomosis groups to fungicides. Phytopathology. 133:121-133.
- Leach, S.S. and Webb, R.S. 1993. Evaluation of potato cultivars, clones and a true seed population for resistance to *Rhizoctonia solani*. American Potato Journal 70:317-318.
- Liu, Z.L. and J.B. Sinclair. 1992. Genetic diversity of *Rhizoctonia solani* anastomosis group 2. Phytopathology 82: 778.
- Martin, S.B., Lucas, L.T. and Campbell, C.L. 1984. Comparative sensitivity of *Rhizoctonia solani* and *Rhizoctonia* –Like fungi to selected fungicides in vitro. Phytopathology 74:778-781.
- McPheron B. 1995. Management of insecticide resistance. Pennsylvania State University. Mimeografiado. 42 p.

- Ogoshi, A. 1987. Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kühn. Annual Review Phytopathology. 25:125-143.
- Olaya G., G.S. Abawi, J. Barnard. 1994. Response of *Rhizoctonia solani* and binucleate *Rhizoctonia* to five fungicides and control of pocket rot of table beets with foliar sprays. Plant Disease 78: 1033.
- Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación  
FAOSTAT. 2007. [En línea]  
<<http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=372&lang=es>>  
[Consulta: Febrero 2008].
- Otrysko, B.E. and Banville, G.J. 1992. Effect of infection by *Rhizoctonia solani* on the quality of tubers for processing. American Potato Journal 69:645-652.
- Otrysko, B.E. Banville, G.J. and Asselin, A. 1988. Influence du degree de dependence tubercules-fils de pommes de terre vis-a-vis de plante-mere sur leur infestation par *Rhizoctonia solan*. Potato Tes. 31:617-625.
- Parmeter J.R., R.T. Sherwood and W.D Platt. 1969. Anastomosis grouping among isolates of *Thanatephorus cucumeris*. Phytopathology 59: 1270-1278.
- Plapp F.W., Wang T.C. 1983. Genetic origins of insecticide resistance. In: Georghiou G P, and Saito T, eds. Pest resistance to pesticides. New York: Plenum Press. 47-70 p.

- Platt, H.W. 1989. Potato growth and tuber production as affected by inoculation of cut and whole seed with *Rhizoctonia solani* (AG-3) and the use of seed treatment fungicides. American Potato Journal. 66:365-377.
- Romero, C.S. 1988. Hongos Fitopatogenos. Universidad Autónoma de Chapingo, Mex. 347 p.
- Rosenbaum J. y M. Shapovavilov. 1917. A new strain of *Rhizoctonia solani* on the potato. J. Agr. Res. 9: 413-423.
- Servicio de información agroalimentación y pesca SIAP. 2007. [En línea] <<http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ventana.php?idLiga=1042&tipo=1>> [Consulta: Febrero 2008].
- Sneh, B., Burpee, L. and Ogoshi, A. 1991. Identification of *Rhizoctonia* species. American Phytopathological Society. 133 p.
- Sidhu, J. and Young, R.J. 1991. Biological control of *Rhizoctonia* stem canker and black scurf of potato with a basidiomycetous fungus. Phytopathology. 81 (5): 704.
- Walker J.C. 1965. Patología Vegetal. Tercera Edición. Ed. Omega, S. A. Barcelona, España. 818 p.

## **APÉNDICE**

**Cuadro A.1.** Crecimiento micelial (cm)\* de 21 aislados de *R. solani* Kühn, expuestos al pencycuron.

CEPA	DOSIS (mg/L)																
	0	0.001	0.003	0.006	0.01	0.03	0.05	0.06	0.1	0.3	0.5	0.6	1	5	10	50	100
NN3 AG-3	8.07	8.07	7.344	6.053	4.635	2.59	--	1.3	0.532	--	0	0	--	--	--	--	--
NN4 AG-3	4.3	--	--	--	4.085	--	3.225	--	1.512	--	1.075	--	0.6	0	0	--	--
NN5 AG-3	4	--	--	--	3.88	--	2.83	--	1.62	--	0.51	--	0	0	--	--	--
AC19 AG-3	7.18	--	--	--	7.18	--	6.5	--	4.52	--	2.6	--	0.53	0	0	--	--
AC21 AG-3	4.97	--	--	--	4.87	--	3.7	--	1.7	--	0.53	--	0	0	0	--	--
AV27 AG-3	7	--	--	--	6.37	--	5.2	--	3.21	--	1.8	--	0.88	0.52	0	0	--
TJ45 AG-3	7.6	--	--	--	7.6	--	7.2	--	6.878	--	5.32	--	4.028	2.28	1.14	0.532	0
TJ48 AG-3	7.67	--	--	--	7.593	--	7.28	--	6.8	--	5.21	--	4.45	1.98	1	0	0
TJ51 AG-3	7.77	--	--	--	7.537	--	6.721	--	6.22	--	4.34	--	2.47	1.4	0.66	0	0
HSO54 AG-3	5.3	5.247	5.141	4.929	4.2	2.6	--	1.85	0.848	0.53	--	0	0	--	--	--	--
HSO55 AG-3	5.56	--	--	--	5.06	--	4.5	--	2.78	--	1.7	--	0.71	0.51	0	0	--
ACH33 AG-4	7.99	--	--	--	7.23	--	6.4	--	4.44	--	2.92	--	1.93	0.81	0.51	0	0
ACH36 AG-4	5.63	--	--	--	5.405	--	5.1	--	3.98	--	2.51	--	1.67	0.74	0.53	0	0
ACH39 AG-4	7.75	--	--	--	6.898	--	6.3	--	3.74	--	2.31	--	1.82	0.82	0.54	0	0
ACH40 AG-4	8.1	7.533	--	6.642	5	--	2.997	--	2.025	--	0.81	--	0.567	--	0	--	--
ACH42 AG-4	7.113	6.971	--	6.368	6.046	--	4.898	--	2.561	--	1.423	--	0.533	0	0	--	--
MSI62 AG-4	8.18	--	--	--	8.098	--	7.7	--	6.1	--	4.9	--	2.06	0.54	0	0	--
MSI65 AG-4	7.05	--	--	--	6.909	--	6.55	--	5	--	3.2	--	1.45	0.51	0	0	--
MSI66 AG-4	5.66	--	--	--	5.66	--	5.547	--	5.35	--	3.7	--	1.65	0.52	0	0	--
GSI67 AG-4	7.13	--	--	--	6.987	--	6.4	--	5.5	--	3	--	1	0.53	0	0	--

-- Dosis no probadas.

\* Promedio de tres repeticiones.

**Cuadro A.1.** Crecimiento micelial (cm)\* de un aislado de *R. solani* Kühn, expuesto al pencycuron.

CEPA	DOSIS (mg/L)							
	0	1000	3000	6000	10000	30000	60000	100000
AC15 AG-4	7.475	7.475	7.475	7.326	7	4.493	2.45	1.121

**Cuadro A.2.** Inhibición de crecimiento micelial (%) de 21 aislados de *R. solani* Kühn, expuestos al pecycuron.

CEPA	DOSIS (mg/L)																
	0	0.001	0.003	0.006	0.01	0.03	0.05	0.06	0.1	0.3	0.5	0.6	1	5	10	50	100
NN3 AG-3	0	0	8.99	25	42.57	67.91	--	83.89	93.5	--	100	100	--	--	--	--	--
NN4 AG-3	0	--	--	--	5	--	25	--	64.84	--	75	--	86.05	100	100	--	--
NN5 AG-3	0	--	--	--	3	--	29.25	--	59.4	--	87.25	--	100	100	--	--	--
AC19 AG-3	0	--	--	--	0	--	9.47	--	37.05	--	63.79	--	92.62	100	100	--	--
AC21 AG-3	0	--	--	--	2	--	25.55	--	65.79	--	89.34	--	100	100	100	--	--
AV27 AG-3	0	--	--	--	9	--	25.71	--	54.14	--	74.29	--	87.42	92.57	100	100	--
TJ45 AG-3	0	--	--	--	0	--	5.26	--	9.5	--	30	--	47	70	85	93	100
TJ48 AG-3	0	--	--	--	1	--	5.08	--	11.34	--	32.07	--	41.98	74.19	86.96	100	100
TJ51 AG-3	0	--	--	--	3	--	13.5	--	19.95	--	44.14	--	68.21	81.98	91.5	100	100
HSO54 AG-3	0	1	3	7	20.75	50.94	--	65.09	84	90	--	100	100	--	--	--	--
HSO55 AG-3	0	--	--	--	8.99	--	19.06	--	50	--	69.42	--	87.23	90.83	100	100	--
ACH33 AG-4	0	--	--	--	9.51	--	19.9	--	44.43	--	63.45	--	75.84	89.86	93.62	100	100
ACH36 AG-4	0	--	--	--	4	--	9.41	--	29.31	--	55.42	--	70.34	86.86	90.59	100	100
ACH39 AG-4	0	--	--	--	10.99	--	18.71	--	51.74	--	70.19	--	76.52	89.42	93.03	100	100
ACH40 AG-4	0	7	--	18	38.27	--	63	--	75	--	90	--	93	--	100	--	--
ACH42 AG-4	0	2	--	10.47	15	--	31.14	--	64	--	80	--	92.5	100	100	--	--
MSI62 AG-4	0	--	--	--	1	--	5.87	--	25.43	--	40.1	--	74.82	93.4	100	100	--
MSI65 AG-4	0	--	--	--	2	--	7.09	--	29.07	--	54.61	--	79.43	92.77	100	100	--
MSI66 AG-4	0	--	--	--	0	--	2	--	5.47	--	34.62	--	70.85	90.81	100	100	--
GSI67 AG-4	0	--	--	--	2	--	10.24	--	22.86	--	57.92	--	85.97	92.57	100	100	--

**Cuadro A.2.** Inhibición de crecimiento micelial (%) de un aislado de *R. solani* Kühn, expuesto al pecycuron.

CEPA	DOSIS (mg/L)							
	0	1000	3000	6000	10000	30000	60000	100000
AC15 AG-4	0	0	0	1.99	6.35	39.89	67.22	85