

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

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>Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Col. Buenavista, 25315, Saltillo, Coah., México. Tel.: (844) 411-03-26 y 27, fax (844) 411-0226. E-mail: fdanielhc@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 R5 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<sub>50</sub> 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 Métodos

### Obtención de Muestras

En las regiones paperas de Aldama, Chih., Arteaga, Coah., Tlalpa, 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 anastomósicos 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 Discusión

### 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 rastrero (Cuadro 1). Las características observadas aquí coinciden con las señaladas para esta especie en estudios previos (Ogoshi, 1987 y Sneh *et al.*, 1991).

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

NC	LM	GA	NN	DH ( $\mu$ )	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.

### 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 (Cuadro 1). 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).

### Susceptibilidad al Pencycuron

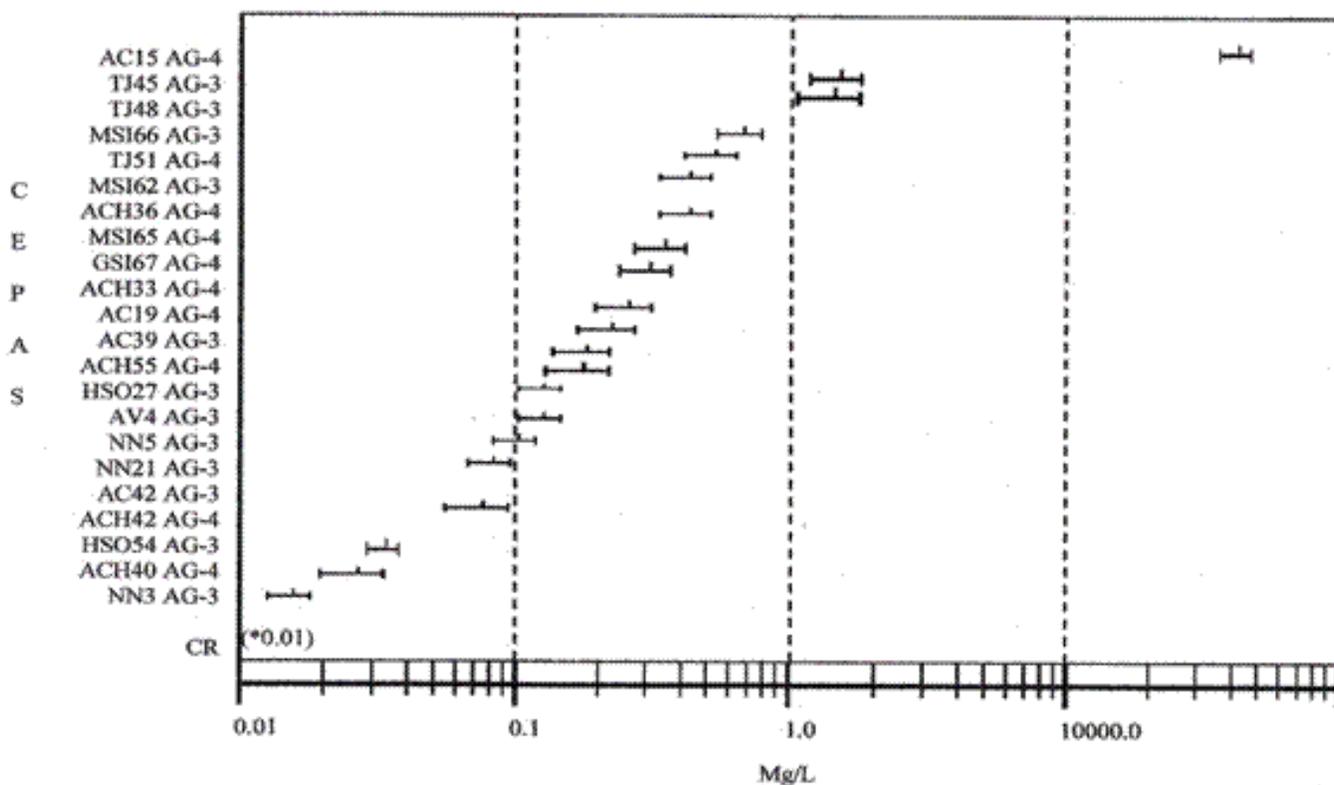
En este estudio el crecimiento de *R. solani* fue afectado con una concentración inhibitoria ( $CI_{50}$ ) que va de 0.014 a 39209.560 mg i.a./L de Pencycuron (Cuadro 2).

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 anastomóticos 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

**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	GA	$CI_{50}$ ppm	Limites 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	39209.560321	34577.795972	44558.947711	125291.907558	3920956.03000



**Figura 1.** Concentración inhibitoria ( $CI_{50}$ ) y límites fiduciales de pencycuron para 21 cepas de grupos de anastomosis AG-3 y AG-4 de *R. solani*; CR= cepa de referencia.

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).

### Conclusiones

El biotipo más común en el cultivo de la papa es el AG-3, el cual se encuentra en; Navidad, N. L., Arteaga, Coah., Ayahualulco Ver., Tapalpa Jal. y Huatabampo Sonora. El AG-4 se encuentra en; Arteaga Coah., Aldama, Chih., Mochis, Sin. y Guasave, Sin. La respuesta al Pencycuron de los AG-3 y AG-4 fue heterogénea; ya que el 54.5 % de las cepas AG-3 son sensibles, el resto moderadamente sensibles y tolerantes, el 70 % de las cepas AG-4 son moderadamente sensibles, el resto sensibles y muy tolerantes. El problema de resistencia al Pencycuron se encuentra en Tapalpa, Jal., con aislados del AG-3 y en Arteaga, Coah., con aislados del AG-4.

### 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 de la Sociedad Americana de Fitopatología, División Caribe. El Zamorano, Tegucigalpa, Honduras. 120 p.

Anguiz, R., C. Martín. 1989. Anastomosis groups, pathogenicity, and other characteristics of *Rhizoctonia solani* isolates from potatoes in Peru. *Plant Dis.* 73: 199-201.

Bains, P.S., V.S. Bisht. 1995. Anastomosis groups identity and virulence of *Rhizoctonia solani* isolates collected from potato plants in Alberta, Canada. *Plant Dis.* 79: 241-242.

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 Dis.* 72: 596-598.

Butler, E.E. 1980. A method for long-time culture storage of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathol.* 70: 820-821.

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. *Phytopathol.* 76(7): 725-729.

Carling, D.E., R.H. Leiner, P.C. Westphale. 1989. Symptoms, signs and yield reduction associated with

*Rhizoctonia* disease of potato induced by tuberborne inoculum of *Rhizoctonia solani* AG-3. *Amer. Potato J.* 66: 693-701.

Carling, D.E., R.H. Leiner. 1990. Virulence of Isolates of *Rhizoctonia solani* AG-3 collected from potato plant organs and soil. *Plant Dis.* 74: 901-903.

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*. *Phytopathol.* 84: 1387-1393.

González, H.D. 2002. Estado actual de la taxonomía de *Rhizoctonia solani* Kühn. *Rev. Mex Fitopatol.* 20(2): 200-205.

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. *Rev. Int. Bot. Exp.* 259-269.

Hooker, J.W. 1990. Compendium of potato diseases. American Phytopathological Society. St. Paul, MN, USA. 141 p.

Kataria, H.R., H. Singh, U. Gisi. 1989. Interaction of fungicide-insecticide combination against *Rhizoctonia solani* in vitro and in soil. *Crop Prot.* 8(6): 399-404.

Kataria, H.R., P.R. Verman and G. Ulrich. 1991. Variability in the sensitivity of *Rhizoctonia solani* anastomosis groups to fungicides. *Phytopathol.* 133:121-133.

Köller, W., H. Scheinpflug. 1987. Fungal resistance to sterol biosynthesis inhibitors: A new challenge. *Plant Dis.* 71(12): 1066-1074.

Liu, Z.L., J.B. Sinclair. 1992. Genetic diversity of *Rhizoctonia solani* anastomosis group 2. *Phytopathol.* 82(7): 778-787.

Munsell Soil Color Charts. 1975. Munsell color. Macbeth Division of Kollomorgen Corporation, Baltimore, MD. USA. 10 p.

Ogoshi, A. 1987. Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kühn. *Annu. Rev. Phytopathol.* 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 Dis.* 82: 1069 (Abstract).

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 Dis.* 78: 1033-1037.

Parmeter, J.R., Sherwood and Platt. 1969. Anastomosis grouping among isolates of *Thanatephorus cucumeris*.

- Phytopathol. 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. APS Press. American Phytopathological Society. Saint. Paul, MN, USA. 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 (CINVESTAP-IPN), Irapuato, Gto., México. 41 p.
- Walker, J.C. 1965. Patología Vegetal. Tercera Edición. Ed. Omega, S. A. Barna, España. 818 p.
-