

RESUMEN / ABSTRACT

En la región de León, Guanajuato, México durante el ciclo verano-otoño 1998, se evaluó el fungicida 2-(Thiocyanomethylthio) benzothiazole (TCMTB) en dosis de 6, 8 y 10 litros por hectárea para el control del hongo del suelo *Rhizoctonia solani* Kühn. Se usó un diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones. Se evaluó el número de tallos emergidos, el efecto fitotóxico, los porcentajes de brotes y tallos dañados por *R. solani*, el rendimiento y calidad del tubérculo; finalmente, el porcentaje de daño de *R. solani* al tubérculo y el porcentaje de tubérculos con más del 5% de daño por *R. solani*. Se encontró que no hubo efecto fitotóxico del fungicida al cultivo de papa; que cualquiera de los tratamientos que contenían fungicidas protegieron los brotes de las plantas; que no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos con respecto al rendimiento de tubérculos; finalmente, las dosis de 8.0 y 10.0 l/ha de TCMTB y 5.0 kg/ha de pencycuron presentaron 27, 20 y 25 % de tubérculos con más del 5% de daño por el patógeno, respectivamente, propiciando la mayor calidad de papa, al reducir el daño de *R. solani* a los tubérculos.

During the 1988 summer-fall growing cycle in the Mexican region of Leon, Guanajuato the fungicide 2-(Thiocyanomethylthio) benzothiazole (TCMTB) was evaluated applying it at the rate of 6, 8 and 10 liters per hectare for the control of soil borne Black Scurf *R. solani*. A randomized block design with four reps was used. An evaluation was made of the following: emerged stems, phytotoxic damage, percentage of damaged shoots and stems by *R. solani*, yield and tuber quality; finally, percentage of *R. solani* damaged tuber and percentage of tubers with over 5% of damage inflicted by *R. solani*. It was found that no phytotoxic effect of fungicide to the potato crop was observed; that any of the fungicides comprising treatments protected the plant shoots; that no statistic differences were found among treatments pertaining tuber yield; finally the rates 8.0 and 10.0 l/ha of TCMTB and 5.0 kg/ha of pencycuron produced 27, 20 y 25 percentage of tubers with over 5% of damage inflicted by *R. solani*, propitiating the highest potato quality when reducing *R. solani* damage to tubers.

Recibido: 23 de Febrero de 2001

Aceptado: 20 de Julio de 2001

Cuerpo Académico de Producción y Desarrollo Agropecuario. Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guanajuato, Apdo. Postal 311, Irapuato, Guanajuato, México CP 36500.

E-mail: luispm@dulcinea.ugto.mx

** Buckman Laboratories S.A. de C.V., Carretera Federal a Cuautla Km 13.5, Jiutepec, Morelos, México CP 62550.

Efectividad Biológica de TCMTB para el Control de la Costra Negra *Rhizoctonia solani* Kühn de la Papa *Solanum Tuberosum* L., en la Región de León, Guanajuato, México.

Luis Pérez Moreno*, José Orlando Castillo Villanueva* y Fernando Javier Cantú Galindo**.

INTRODUCCIÓN

La papa *Solanum tuberosum* L., constituye el cuarto alimento a nivel mundial y nacional. En nuestro país se siembran aproximadamente 63,000 hectáreas de las cuales se obtiene una producción de 1,391,098 Mt (FAO, 1998). El estado de Guanajuato ocupa una superficie anual de 5,000 hectáreas para el cultivo de esta hortaliza, localizándose en el valle de Silao-León, donde el rendimiento promedio es 22.19 ton/ha, que contrasta con los rendimientos más altos del país (47.75 ton/ha) obtenidos en Coahuila (SARH, 1993).

En el cultivo de papa, se considera que *R. solani* ocasiona una de las principales enfermedades del tubérculo y da lugar a pérdidas considerables, reduciendo la calidad y el rendimiento total hasta en un 31.5% (Carling y col., 1989). Este patógeno causa daños severos en el crecimiento de las plántulas ocasionando lesiones en los tallos en más del 90%, la enfermedad es generalmente desapercibida hasta su manifestación extrema, por lo que es difícil la evaluación realista de la incidencia de la infección en campos cultivados con papa; la mayoría de los síntomas distintivos ocurren debajo de la superficie del suelo y el impacto en el producto no se observa hasta la cosecha (CIP, 1983).

En la mayoría de las regiones productoras de papa de México, el empleo de fungicidas es la práctica más común para el control de este patógeno, sin embargo, debido a la gran variabilidad genética de este hongo, los resultados obtenidos han sido contrastantes ya que se ha observado que los grupos de anastomosis de *R. solani* muestran diferente sensibilidad *in vitro* a fungicidas (Kataria y col., 1991; Virgen y col., 1995; Gómez y col., 2000; Virgen y col., 2000), incluso la sensibilidad puede variar en aislamientos de un

PALABRAS CLAVE: *Rhizoctonia solani* Kühn; TCMTB; fungicidas; *Solanum tuberosum* L.

KEY WORDS: *Rhizoctonia solani* Kühn; Black Scurf; TCMTB; fungicides; *Solanum tuberosum* L.

mismo grupo. Así, Virgen y colabs. (1995) reportaron que pencycuron fue más eficiente en inhibir al grupo AG-3 mientras que Tolcofosmetil mostró gran actividad para el AG-4.

La variabilidad genética no sólo es importante taxonómicamente, sino también como parte del conocimiento necesario para establecer medidas adecuadas de control. De tal manera que el conocimiento de la respuesta de los aislados de *R. solani* a diferentes fungicidas, permitirá establecer el uso adecuado de éstos.

En el valle de Silao-León, *R. solani* se considera como uno de los hongos más importantes que atacan a la raíz de la papa en las siembras de verano-otoño. El control de este fitopatógeno se realiza básicamente mediante la aplicación de fungicidas, en donde el costo de esta medida oscila entre \$3,000.0 y \$5,000.00/ha. Considerando la información sobre este patosistema, deben tratar de mejorarse los métodos de control químico, realizando estudios sobre la efectividad biológica de nuevos fungicidas, para aplicarlos cuidadosamente dentro de un sistema integrado de manejo de la enfermedad.

Por lo anteriormente expuesto, se planteó el presente estudio, con el objetivo de evaluar la eficacia biológica del producto 2-(Thiocyanomethylthio)benzothiazole (TCMTB) contra *R. solani* en el cultivo de papa, en la región de León, Guanajuato.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del sitio experimental

El estudio se realizó durante el ciclo verano-otoño de 1998 en la localidad Rancho "El Tigre", Municipio de Manuel Doblado, ubicada en el área productora de papa del estado de Guanajuato. Se localiza al noroeste del estado, a una latitud norte de 105°50' y una longitud oeste de 21°25' aproximadamente; el clima es semiseco (Bs) y semicálido, con una precipitación anual de 600 a 700 mm, temperatura promedio de 18 a 20°C, con una máxima de 25°C

y una mínima de 15°C (García, 1973). Se utilizó la variedad Alfa. La siembra se efectuó el 7 de septiembre y la cosecha el 29 de diciembre de 1998.

Fungicidas

Se evaluó el 2-(Thiocyanomethylthio)benzothiazole (TCMTB), a dosis de 6, 8 y 10 litros de producto comercial por hectárea; además, se incluyó el testigo comercial de la zona Pencycuron (Monceren), a dosis de 5 kilogramos de producto comercial por hectárea; ambos fungicidas se aplicaron sobre la semilla de papa en el fondo del surco, al momento de la siembra; la aplicación se hizo usando 800 litros de agua por hectárea. Se incluyó un testigo absoluto sin aplicar fungicida.

Variables evaluadas

1.- Número de tallos emergidos.

2.- Efecto fitotóxico (daño al follaje de las plantas de papa por efecto de los fungicidas); medido de acuerdo a la escala de puntuación EWRS, donde: 1: significa ausencia absoluta de síntomas (planta sana); 2: síntomas muy leves, cierta atrofia; 3: síntomas leves, pero claramente apreciables; 4: síntomas más acusados (p.e. clorosis), probablemente sin efecto negativo sobre el rendimiento; 5: fuerte clorosis y/o atrofia, es de esperar que se vea afectado el rendimiento; 6 a 7: daños crecientes hasta la desaparición del cultivo.

La evaluación de las variables 1 y 2 se hizo en los cuatro surcos centrales de la parcela experimental en cada una de sus repeticiones, a los 40 días después de la siembra.

3.- Daño en brotes por *R. solani* a los 5 días de la emergencia del cultivo. Para evaluar el daño se utilizó la escala propuesta por Carling y Leiner (1990), la cual consiste en 0 = Sin Daño; 1 = Daño menor, de una a varias lesiones de menos de 5 mm de longitud; 2 = Daño intermedio, lesiones de más de 5 mm de longi-

tud, ceñimiento de algunos brotes; 3 = Daño mayor, lesiones grandes, ceñimiento y muerte de muchos brotes; 4 = Todos los brotes muertos.

4 y 5.- Daño en tallos por *R. solani* a los 40 y 80 días de la emergencia del cultivo. Para evaluar el daño sobre los tallos, se utilizó la escala propuesta por Davies y colabs. (1971), la cual consiste en 0 = Sin lesiones; 1 = Menos de 5% de tallos cubiertos con lesiones; 2 = Más de 5% de tallos cubiertos con lesiones superficiales; 3 = Más de 5% de tallos cubiertos con lesiones profundas; 4 = Tallos constreñidos (tallos estrangulados por las lesiones profundas). Para la evaluación, en las variables 3, 4 y 5 se utilizaron al azar tres plantas del segundo surco de cada parcela experimental y se tomaron los datos.

6 y 7.- Porcentaje de daño sobre tubérculos a la cosecha (cubiertos por esclerocios) y porcentaje de tubérculos con más del 5% de daño. Para evaluar el daño y/o protección por los fungicidas sobre los tubérculos, se utilizó la metodología propuesta por James y MacKenzie (1972), la cual consistió en evaluar el porcentaje de tubérculo cubierto con esclerocios. Para la evaluación, en las variables 6 y 7 se tomaron 40 tubérculos al azar de los cosechados de la parcela útil y se determinó el porcentaje de daño en el tubérculo, así como el porcentaje de tubérculos dañados.

8.- Número y peso de tubérculos de primeras; 9 Número y peso de tubérculos de segundas; 10 Número y peso de tubérculos de terceras; 11 Número y peso de tubérculos de cuartas; 12 Número y peso de tubérculos totales. Para la evaluación, en las variables 8 a 12 se tomó el número de tubérculos y el rendimiento de uno de los surcos centrales de la parcela útil (10 m²).

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. La unidad experimental la constituyeron 6 surcos

de 10 m de largo (60 m²), la distancia entre surcos de 1.0 m, con distancias entre plantas de 0.3 m. Para la toma de datos la parcela útil consistió de los 4 surcos centrales.

Análisis estadístico

A los datos de las variables 2 a 5 se practicó el análisis de varianza mediante estadística no paramétrica (Prueba de Friedman). Mientras que a los de las variables 6 y 7 se les practicó la transformación de raíz cuadrada para reducir su variabilidad y luego se realizaron los análisis de varianza; en los casos donde hubo significancia se aplicó la prueba de separación de medias Tukey ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de tallos emergidos y efecto fitotóxico (Evaluación de la posible fitotoxicidad)

No hubo diferencias significativas entre tratamientos, con coeficientes de variación del 11% para ambas variables (Tabla 1); lo cual significa que ninguno de los fungicidas a las dosis evaluadas provoca fitotoxicidad a las plantas de papa.

Daño en brotes por *R. solani*

Se detectaron diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variación del 3%, al llevar a cabo la separación de medias entre tratamientos por medio de la prueba de Tukey $P < 0.05$ (Tabla 1), se pudo observar que todos los tratamientos que tuvieron TCMTB o Pencycuron redujeron el daño a los brotes de papa por efecto de *R. solani*, en comparación con el testigo sin aplicar. Cabe aclarar que las plantas estuvieron sometidas a una alta presión del patógeno, porque el suelo estaba muy infestado como consecuencia del monocultivo de papa en los ciclos anteriores y a que las condiciones del suelo fueron favorables para el desarrollo de la enfermedad durante la conducción del experimento.

Daño en tallos por *R. solani* a los 40 y 80 días de la emergencia del cultivo

No se observaron diferencias significativas, con coeficientes de variación del 14 y 26%, respectivamente (Tabla 1); lo anterior significa que no hubo diferencias entre los tratamientos evaluados con respecto al daño a tallos por *R. solani* en ambas fechas de evaluación. Se pudo observar que con cualquiera de los tratamientos evaluados se tuvo un similar daño a tallos de papa por efecto del hongo.

Rendimiento y calidad de tubérculo

No se observaron diferencias significativas para número y peso de tubérculos de primera, segunda, tercera, cuarta y totales, con coeficientes de variación del 37, 35, 18, 15, 20, 18, 23, 28, 10 y 7%, respectivamente (Tabla 2); lo anterior significa que no hubo diferencias entre los tratamientos evaluados con respecto a rendimiento y número de tubérculos de las diferentes categorías. Los resultados de este trabajo coinciden con los reportados por García y colabs.

Tabla 1. Efecto de *R. solani* en las variables daño a brotes, fitotoxicidad, número y daño a tallos en papa variedad Alpha en el estudio de efectividad biológica de TCMTB. Rancho "El Tigre", Manuel Doblado, Gto. Ciclo verano-otoño, 1998.

Tratamientos	Daño a brotes por <i>R. solani</i>	Fitotoxicidad	Número de tallos por parcela útil	Daño a tallos por <i>R. solani</i> (40 dde)	Daño a tallos por <i>R. solani</i> (80 dde)
TCMTB (6.0 litros/ha)	1.00 b ^y	1.00	293.0	1.58	0.73
TCMTB (8.0 litros/ha)	1.00 b	1.00	328.8	1.35	1.40
TCMTB (10.0 litros/ha)	1.00 b	1.13	299.8	1.33	1.35
Pencycuron (5.0 kg/ha)	1.00 b	1.00	296.8	1.30	1.00
Testigo	1.43 a	1.00	308.0	1.48	1.33
Significancia ^z /CV P>F	**/3 0.0001	NS/11 0.554	NS/11 0.9405	NS/14 0.9469	NS/26 0.6042

^y Valores con la misma letra en cada columna, no difieren en la prueba de Tukey P < 0.05.

^z NS, **, No significancia y significancia a nivel de P < 0.01, respectivamente.
dde = días después de emergencia.

Tabla 2. Rendimiento y calidad de papa variedad Alpha en el estudio de efectividad biológica del TCMTB para el control de *R. solani*. Rancho "El Tigre", Manuel Doblado, Gto. Ciclo verano-otoño, 1998.

Tratamientos	PRODUCCIÓN DE TUBÉRCULOS									
	de primera		de segunda		de tercera		de cuarta		totales	
	Número (en 10 m ³)	Peso (ton/ha)	Número (en 10 m ³)	Peso (ton/ha)	Número (en 10 m ³)	Peso (ton/ha)	Número (en 10 m ³)	Peso (ton/ha)	Número (en 10 m ³)	Peso (ton/ha)
TCMTB (6.0 litros/ha)	22.00	6.40	38.5	7.30	86.00	10.85	129.00	8.20	275.50	32.75
TCMTB (8.0 litros/ha)	13.25	3.95	39.5	7.23	89.50	11.13	148.75	9.78	291.00	32.08
TCMTB (10.0 litros/ha)	19.25	5.05	49.8	8.88	105.25	11.15	108.00	5.50	282.25	30.58
Pencycuron (5.0 kg/ha)	18.50	5.30	44.8	7.68	72.25	7.85	131.00	7.68	266.50	28.50
Testigo	18.00	5.00	45.0	8.50	101.00	11.23	101.25	5.63	265.25	30.35
Significancia ^z /CV P>F	NS/37 0.508	NS/35 0.516	NS/18 0.297	NS/15 0.239	NS/20 0.146	NS/18 0.112	NS/23 0.187	NS/28 0.056	NS/10 0.615	NS/7 0.125

^z NS, *, **, No significancia.

(2000) en Mérida, Venezuela, quienes indican que no encontraron diferencias estadísticas en los rendimientos obtenidos, pero sí los encontraron para calidad de tubérculo; asimismo, mencionan que aun cuando se tengan rendimientos similares, si hay diferencias en calidad de tubérculo, se tendrá una mayor rentabilidad del cultivo.

Porcentaje de daño por *R. solani* sobre tubérculos a la cosecha (tubérculos cubiertos por esclerocios).

Se observaron diferencias significativas, con un coeficiente de variación del 37%, al llevar a cabo la separación de medias entre tratamientos por medio de la prueba de Tukey $P < 0.05$ (Tabla 3), se puede observar que con los tratamientos TCMTB 8 l/ha, TCMTB 10 l/ha y pencycuron 5 kg/ha, se tuvo un control de daño a los tubérculos de papa por efecto del hongo *R. solani*, en comparación con el testigo sin aplicar, el cual presentó el mayor daño.

Es importante resaltar el efecto de los tratamientos TCMTB 8 l/ha y 10.0 l/ha y Pencycuron 5 kg/ha, ya que aunque no hubo diferencias significativas en rendimiento, sí las hubo para calidad de tubérculo de papa; lo anterior es importante, ya que los tubérculos

limpios de papa que no presentan costra negra causada por *R. solani* alcanzan un precio mayor en el momento de la comercialización.

Porcentaje de tubérculos con más del 5% de daño por *R. solani*

Se observaron diferencias significativas, con un coeficiente de variación del 34%, al llevar a cabo la separación de medias entre tratamientos por medio de la prueba de Tukey $P < 0.05$ (Tabla 3), se puede observar que con el tratamiento TCMTB 10 l/ha se tuvo el menor porcentaje de tubérculos con más del 5% de daño por el hongo *R. solani*, en comparación con el testigo sin aplicar, el cual presentó el mayor porcentaje de tubérculos con más del 5% de daño. Esto es importante, ya que cuando se ha sembrado papa por varios años en los mismos terrenos y no se ha practicado una rotación adecuada, la infección esperada puede ser alta y además, cuando la cosecha se retrasa, puede aumentar la infección debido a que la formación de esclerocios sobre los nuevos tubérculos se puede efectuar en cualquier momento, dependiendo de las condiciones ambientales; sin embargo, el máximo desarrollo ocurre después de que la planta ha muerto o se ha cortado el follaje, cuando los tubérculos permanecen aún enterrados. Sin embargo, aún con esto se observó que el tratamiento que presentó el menor porcentaje de tubérculos con más del 5% de daño por el hongo *R. solani* fue TCMTB 10 l/ha.

Tabla 3. Daño de *R. solani* en tubérculos de papa variedad Alpha en el estudio de efectividad biológica del TCMTB. Rancho "El Tigre", Manuel Doblado, Gto. Ciclo verano-otoño, 1998.

Tratamientos	Porcentaje de daño de <i>R. solani</i> a tubérculos de papa	Porcentaje de tubérculos con más del 5% de daño por <i>R. solani</i> .
TCMTB (6.0 litros/ha)	7.48 ab ^y	42.38 ab
TCMTB (8.0 litros/ha)	4.82 b	26.88 ab
TCMTB (10.0 litros/ha)	4.30 b	20.00 b
Pencycuron (5.0 kg/ha)	4.92 b	25.00 ab
Testigo	9.04 a	47.78 a
Significancia ^z /CV P>F	*/37 0.047	*/34 0.016

^y Valores con la misma letra en cada columna, no difieren en la prueba de Tukey $P < 0.05$.

^z NS, *, **, No significancia y significancia a nivel de $P < 0.05$ y 0.01, respectivamente.

CONCLUSIONES

- 1.- No hubo efecto fitotóxico en las plantas de papa, por efecto de los fungicidas evaluados.
- 2.- TCMTB y Pencycuron a las dosis probadas, controlaron los daños de *R. solani* a los brotes de papa.
- 3.- Los tratamientos evaluados no mostraron diferencias estadísticas en número y rendimiento de tubérculo.

4.- Con las dosis de 8 y 10 l/ha de TCMTB y 5 kg/ha de Pencycuron, se tuvieron los menores porcentajes de daño por *R. solani* a los tubérculos de papa.

5.- Con la dosis de 10 l/ha de TCMTB se tuvieron los menores porcentajes de tubérculos con más del 5% de daño por *R. solani*.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se realizó con el proyecto colaborativo entre el Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Guanajuato y la Compañía Buckman Laboratories S.A. de C.V.

Se agradece al Ing. Ricardo Antillón Guzmán, por las facilidades prestadas para el experimento de campo.

REFERENCIAS

- Carling, D.E., Leiner, R.H. and Wesrphale, P.C. 1989. Symptoms, signs and yield reduction associated with *Rhizoctonia* disease of potato induced by tuberborne inoculum of *Rhizoctonia solani* AG-3. *American Potato Journal* 66:693-701.
- Carling, D.E. and Leiner, R.H. 1990. Effect of temperature on virulence of *Rhizoctonia solani* and another *Rhizoctonia* on potatoe. *Phytopathology* 80:930-934.
- CIP. 1983. International Potato Center. Annual Report. Lima Perú. 148 p.
- Davies, J.R., Groskopp, M.D. and Callihan, R.H. 1971. Seed and soil treatments for control of *Rhizoctonia* on stems and stolons. *Plant Disease Reporter* 55:550-554.
- FAO. 1998. <http://apps.fao.org/cgi-bin/nph-db.pl?subset=agriculture>.
- García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen*. UNAM, Instituto de Geografía. México, D.F. pp. 36-52.
- García, R., García, A., y Garnica, C. 2000. Estudio de *Rhizoctonia solani* y evaluación de alternativas de control en el estado de Mérida. En: *Memorias del XIX Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa*. Ciudad de la Habana, Cuba. p. 28.
- Gómez, S.S., Olalde, P.V. y Ramírez, Ch.E. 2000. Diversidad de *Rhizoctonia solani* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en tres zonas agroecológicas en el Estado de México. En: *Memorias del XIX Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa*. Ciudad de la Habana, Cuba. p. 82.
- James, W.C. and MacKenzie, A.R. 1972. The effect of tuber-borne sclerotia of *Rhizoctonia solani* Kühn on the potato crop. *American Potato Journal* 49:296-301.
- Kataria, H.R., Vermon, P.R. and Gisi, V. 1991. Variability in the sensitivity of *Rhizoctonia solani* anastomosis groups to fungicides. *Journal of Phytopathology* 133:121-133.
- SARH, 1993. *Superficie y rendimientos de cultivos en México*. pp. 25-32.
- Virgen, C.G., Olalde, P.V., Baltasar, M.A., Martínez, G. y Cambero, L.M.. 1995. Sensibilidad *in vitro* de 5 grupos de anastomosis (AG's) de *Rhizoctonia solani* K. Aislados de papa a 3 fungicidas. En: *Memorias del XXII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología*. Guadalajara, Jalisco, México. Resumen 41.
- Virgen, C.G., Martínez R.J.L., Rodríguez, R.R., Gómez, S.S. y Olalde, P.V. 2000. Variabilidad genética de *Rhizoctonia solani* K. En papa y su importancia en el control químico. En: *Memorias del XIX Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa*. Ciudad de la Habana, Cuba. p. 16.