

EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS Y PRODUCTOS VEGETALES EN EL COMBATE DE LA SARNA POLVORIENTA DE LA PAPA

Francisco Bittara, Dorian Rodríguez, María Sanabria, Jesús Monroy y José L. Rodríguez

RESUMEN

Spongospora subterranea es el agente causal de la sarna polvorienta de la papa (*Solanum tuberosum*), enfermedad que afecta directamente el valor comercial y productividad del cultivo. En el estado Mérida, Venezuela, se ha observado recientemente un incremento en la incidencia de la enfermedad, causando pérdidas hasta del 100% del producto comercial. No existe un método de control efectivo, por lo que se requiere un control integral. Para evaluar el efecto de fungicidas comerciales y productos naturales sobre la incidencia y severidad de la enfermedad, se realizó un ensayo de campo bajo un diseño de bloques al azar. Se evaluaron cinco fungicidas (mancozeb, azoxystrobin, propamocarb, difenoconazol y PCNB) y dos especies vegetales (*Lippia* origanoides Kunth

y *Calotropis procera* (Ait.) Ait. f.) en dos formas, extractos etanólicos y polvos. Las aplicaciones se realizaron 4 y 8 semanas luego de la siembra. La progenie fue clasificada como A, B o C según su tamaño y peso. Se logró la reducción de la severidad de la enfermedad ($P=0,0365$) en tubérculos clase B. Los tratamientos mancozeb, extracto etanólico de *L. origanoides*, azoxystrobin y polvo de *C. procera* atenuaron la enfermedad en 2,47; 3,20; 3,82 y 4,08%, respectivamente. No se encontraron diferencias para incidencia ($P>0,05$). La disminución de la severidad permitió un aumento de los parámetros de producción del cultivo de tubérculos clase B. Se señala la potencialidad de los productos utilizados en el control de la enfermedad bajo las condiciones evaluadas.

Introducción

La sarna polvorienta de la papa es causada por el protozoario *Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh (Qu y Christ, 2007). Esta enfermedad afecta directamente la calidad de los tubérculos, el funcionamiento de la raíz y el crecimiento de su hospedante (Falloon *et al.*, 1998, Lister *et al.*, 2004). *S. subterranea*, además, es el vector del virus mop-top de la papa (MPTV; Jones y Harrison, 1969) y se encuentra ampliamente distribuido a nivel mundial, llegando a ser de gran importancia (Christ, 1987), especialmente en Europa (Merz, 2000b; Wale, 2000), Nueva Zelanda (Genet *et al.*, 1996)

y los EEUU (Christ, 2002). Recientemente, en Venezuela se ha observado un incremento de la incidencia y la distribución de la enfermedad en diversas localidades hortícolas del estado Mérida, ocasionando pérdidas de hasta un 100% del producto (Ortega y Rodríguez, 2004) por lo que regionalmente comienza a representar un factor de consideración en la producción de este cultivo.

El agente patógeno sobrevive en el suelo en forma de zoosporangios agregados en soros, de donde se liberan zoosporas que infectan las células de las raíces y los estolones. De estas infecciones primarias se desarrollan zoosporangios que eventual-

mente liberan zoosporas secundarias, las cuales inician numerosos ciclos de infección en las células de la raíz y de los tubérculos del hospedante (Falloon *et al.*, 2003). En estos últimos, *S. subterranea* causa pústulas superficiales con abundantes soros que afectan el valor comercial de los tubérculos (Qu *et al.*, 2006).

Las primeras etapas del cultivo parecen ser el momento crítico para la infección por parte de *S. subterranea* (Diriwächter y Parbery, 1991), lo cual ha sido demostrado, también, al no observarse aumento de la incidencia de la enfermedad cuando los tubérculos alcanzan la madurez (Van der Graaf *et al.*, 2005).

En variedades de papa de la sub-especie *tuberosum* se pudo definir el momento crítico de infección como aquel comprendido entre los 7 días previos y los 21-28 días posteriores a la iniciación de los tubérculos (De Boer, 2000). En cuanto a las aplicaciones de fungicidas para el control de la enfermedad, se ha sugerido que cuando se utiliza "semilla" infectada, el tratamiento debe ser aplicado a ésta, y cuando el inóculo está presente en el suelo, el tratamiento se debe aplicar en el surco al momento de la siembra (Falloon *et al.*, 1996).

El patógeno no solo afecta la apariencia de los tubérculos, sino que también es capaz de restringir la capacidad

PALABRAS CLAVE / Control / Fungicidas / Metabolitos Secundarios / Plasmodiophoromycetos / *Solanum tuberosum* /

Recibido: 06/03/2008. Modificado: 24/03/2009. Aceptado: 25/03/2009.

Francisco Bittara. Ingeniero Agrónomo, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Venezuela. Estudiante de Maestría Postgrado de Fitopatología, UCLA, Venezuela. bittarafo@hotmail.com

Dorian Rodríguez. Ingeniero Agrónomo, Universidad del Zu-

lia, Venezuela. Ph.D. en Fitopatología, North Dakota State University, EEUU. Profesor UCLA. Dirección: UCLA, Postgrado de Fitopatología, Carretera Vía Redoma de Agua Viva, Cabudare, estado Lara, Apartado 400, Barquisimeto, Venezuela. e-mail: rdorian@ucla.edu.ve.

María E. Sanabria. Licenciada en Biología y M.Sc en Botánica. Universidad de Oriente, Venezuela. Profesora, UCLA, Venezuela. e-mail: mesanabria@ucla.edu.ve.

Jesús Monroy. Ingeniero Agrónomo. Asesor privado de producción de papa, Mucuchíes, esta-

do Mérida, Venezuela. e-mail: jmonroy@icnet.com.ve.

José L. Rodríguez. Ingeniero Agrónomo, UCLA, Venezuela.

FUNGICIDES AND PLANT PRODUCTS EVALUATION FOR CONTROL OF POWDERY SCAB OF POTATO

Francisco Bittara, Dorian Rodríguez, María Sanabria, Jesús Monroy and José L. Rodríguez

SUMMARY

Powdery scab of potato, caused by Spongospora subterranea, is a direct quality-limiting disease which can also reduce crop productivity. Recently, in Mérida state, Venezuela, an increase of disease incidence and severity has been observed, reaching up to 100% in crop losses. As there is not a unique effective method of control, integrated management practices must be developed. In order to evaluate the effectiveness of commercial fungicides and plant products on the incidence and severity control of the disease, a field trial was performed under a randomized complete block design. Five commercial fungicides were evaluated (mancozeb, azoxystrobin, propamocarb, difenoconazole and PCNB) as well as two plant species (Lippia organoides Kunth

and Calotropis procera (Ait.) Ait. f.) in two forms (ethanolic extracts and powder). Treatments were applied at 4 and 8 weeks after sowing. At harvest, potato tubers were classified according to their size and weight in A, B and C classes. Disease severity reduction ($P=0,0365$) was found on B class tubers. Mancozeb, L. organoides (ethanolic extracts), azoxystrobin and C. procera (powder) reduced disease severity by 2.47, 3.20, 3.82 and 4.08%, respectively. There were no significant differences in disease incidence ($P>0,05$) among treatments. The decrease of the disease severity led to an increase in the yield of B class tubers. The results indicate a potential for the evaluated treatments in control of the potato powdery scab.

AVALIAÇÃO DE FUNGICIDAS E PRODUCTOS VEGETAIS NO COMBATE DA SARNA PULVERULENTE DA BATATA

Francisco Bittara, Dorian Rodríguez, María Sanabria, Jesús Monroy e José L. Rodríguez

RESUMO

O fungo Spongospora subterranea é o agente causal da sarna pulverulenta da batata (Solanum tuberosum), doença que afeta diretamente o valor comercial e produtividade do cultivo. No estado Mérida, Venezuela, tem se observado recentemente um incremento na incidência da doença causando perdas de até 100% do produto comercial. Não existe um método de controle efetivo, pelo que se requer um controle integral. Para avaliar o efeito de fungicidas comerciais e productos naturais sobre a incidência e severidade da doença, se realizou um ensaio de campo sob um desenho de blocos aleatórios. Avaliaram-se cinco fungicidas (mancozeb, azoxystrobin, propamocarb, difenoconazol e PCNB) e duas espécies vegetais (Lippia organoides Kunth e

Calotropis procera (Ait.) Ait. f.) em duas formas, extratos etanólicos e pós. As aplicações se realizaram 4 e 8 semanas após a plantação. A progenie foi classificada como A, B ou C segundo seu tamanho e peso. Alcançou-se a redução da severidade da doença ($P=0,0365$) em tubérculos classe B. Os tratamentos mancozeb, extrato etanólico de L. organoides, azoxystrobin e pó de C. procera atenuaram a doença em 2,47; 3,20; 3,82 e 4,08%, respectivamente. Não se encontraram diferenças para incidência ($P>0,05$). A diminuição da severidade permitiu um aumento dos parâmetros de produção do cultivo de tubérculos classe B. Aponta-se a potencialidade dos productos utilizados no controle da doença sob as condições avaliadas.

de absorción de nutrientes y agua por parte de la raíz de la planta, comprometiendo su crecimiento y producción, por lo cual un ataque severo de sarna polvorienta puede reducir los rendimientos del cultivo (Falloon *et al.*, 2004; Lister *et al.*, 2004). En este sentido, se ha observado que al controlar al patógeno, los rendimientos han incrementado un 28% (Falloon *et al.*, 1996). Por otra parte, Shah *et al.* (2004) no encontraron una relación significativa entre el nivel del inóculo y la producción, indicando que bajo condiciones ambientales favorables, bajos niveles del patógeno en el suelo pueden ser suficientes para generar una disminución del rendimiento, donde la efectividad del producto empleado en el

control del parásito jugaría un papel secundario sobre el rendimiento del cultivo.

En Venezuela, el nivel de tolerancia permitido para la sarna polvorienta en tubérculos "semillas" con el fin de certificación es de 0% de su superficie afectada (FONAIAP, 1988). En el país, la enfermedad se encuentra en todos los lugares donde se produce el cultivo (Alcalá de Marcano, 1987), indicando que son limitadas las zonas donde pueda lograrse una producción que cumpla con los límites de tolerancia señalados para el patógeno. Por otra parte, la entrada, propagación y popularización de variedades como DIACOL-Capiro (Colombia) y Revolución (Perú), sin el debido reconocimiento de su

calidad fitosanitaria (Ortega y Rodríguez, 2004), en conjunción al uso popularizado de semilla no certificada, genera un ámbito en el cual se torna difícil cumplir con los parámetros establecidos para la certificación de tubérculo "semilla".

El control de *S. subterranea* es particularmente difícil debido a su capacidad de producir esporas de resistencia, las cuales facilitan su persistencia tanto en el suelo como en la semilla asexual. No obstante, existen resultados promisorios con el uso de productos químicos tales como fluazinam, flusulfamida, mancozeb, cyprodanil y dichlorophen-Na, los cuales han sido capaces de incrementar tanto el porcentaje de tubérculos sanos como la producti-

vidad del cultivo (Braithwaite *et al.*, 1994; Falloon *et al.*, 1996; Genet *et al.*, 1996). Sin embargo, a excepción del mancozeb, los fungicidas que han mostrado el mejor desempeño en el control de la enfermedad no se encuentran disponibles en el mercado nacional, lo cual dificulta la elección de alternativas de manejo.

Diversas experiencias han señalado la efectividad de extractos de plantas y aceites esenciales en el control de hongos causantes de afecciones foliares, del suelo y de granos almacenados (Bower y Locke, 2000). En este sentido, Rodríguez y Montilla (2002) reportaron la disminución del crecimiento micelial y de la marchitez causada por *Fusarium oxys-*

porum f. sp. *lycopersici* en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) al utilizar extractos de semillas de toronjas (*Citrus paradisi* M.), por lo que aunque no existen reportes de experiencias similares en el control de *S. subterranea*, el empleo de esta estrategia podría representar una alternativa de control de la enfermedad.

Se ha señalado que no existe un único método de control que por sí solo sea efectivo contra este patógeno y permita la reducción del inóculo o su capacidad de infección (Harrison *et al.*, 1997; Merz, 2000a; Wale, 2002) y se concuerda en que la solución al problema debe ser abordado de manera integral (Falloon *et al.*, 1998). El objetivo del presente trabajo fue la evaluación del efecto de diversos productos químicos y vegetales sobre la expresión de la enfermedad y el rendimiento.

Material y Métodos.

El estudio se condujo en una finca de la Parroquia Mucurubá del Municipio Rangel, Estado Mérida, Venezuela (8°41'24''N, 70°58'12''O) a una elevación de 3150msnm. El lote de terreno utilizado ha sido sembrado con papa durante los últimos 10 años y la enfermedad se ha presentado con un alto nivel de incidencia. El experimento fue establecido en el período mayo-diciembre 2004; para la siembra se utilizó la variedad DIACOL-Capiro (R-12; *Solanum tuberosum* L. subsp. *andigena* Hawkes) la cual tiene un ciclo vegetativo de ~8 meses. Se emplearon tubérculos "semilla" certificados y enteros, sin síntomas aparentes de la enfermedad y se siguieron las labores de cultivo rutinarias de la zona, con aplicaciones foliares de metalaxil contra *Phytophthora infestans*.

El ensayo se dispuso bajo un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones y 10 tratamientos, cada parcela consistió de 4 surcos con 0,9m de

separación entre ellos y 0,4m entre plantas. Los tratamientos fueron: control (sin aplicación de producto); mancozeb (9,375kg i.a./ha; Falloon *et al.*, 1996), azoxystrobin (0,4kg i.a./ha), propamocarb (1,5kg i.a./ha), difenoconazol (0,4l i.a./ha), PCNB (20kg i.a./ha) y productos vegetales obtenidos a partir de hojas de *Lippia origanoides* Kunth y *Calotropis procera* (Ait.) Ait. F., en forma de extractos etanólicos (1,5% v/v) y polvos (30g/m lineal).

La obtención de los extractos etanólicos y polvos vegetales, así como el procesamiento de los crudos para su aplicación en el experimento, se realizó siguiendo la metodología reportada por Sanabria *et al.* (1998) y Marcano y Hasegawa (2002). Las aplicaciones de los tratamientos se realizaron dos veces: 4 y 8 semanas posteriores a la siembra. Los tratamientos líquidos se realizaron directamente al cuello de la planta, aplicando a razón de 600l·ha⁻¹, utilizando una asperjadora de espalda, y los polvos vegetales se incorporaron bajo la superficie del suelo circundante a esta misma zona.

La cosecha se realizó al momento de madurez del follaje, 8 meses después de la siembra. Se cosecharon los dos surcos centrales de cada parcela experimental, analizándose de éstos una muestra aleatoria de 100 tubérculos. Los tubérculos fueron clasificados en tres clases: A (≥ 80 g), B (< 80 , > 25 g) y C (≤ 25 g). La clase A corresponde al tamaño de consumo, la B al tubérculo "semilla" y la C a descarte. Solo se analizaron las primeras dos clases, en forma separada (A y B) y conjunta (A+B). Las variables estudiadas fueron la incidencia de la enfermedad, determinada por el porcentaje de tubérculos con lesiones de sarna, independientemente del número y tamaño de éstas, y la severidad del daño, para lo cual se empleó la escala gráfica propuesta por Falloon *et al.* (1995); la misma consta

de 10 categorías, donde la primera (0) es para tubérculos totalmente sanos y la máxima (10) para 100% de infección. Los porcentajes resultantes de la evaluación se utilizaron para los análisis estadísticos.

Adicionalmente, se registró la producción (kg) por parcela experimental, el número de tubérculos y el peso promedio de los mismos para cada una de las clases evaluadas. Los tubérculos obtenidos en ambas clases propuestas (A y B) fueron clasificados en dos grupos: tubérculos totales (severidad $\geq 0\%$) y tubérculos comerciales (TC), siendo estos últimos los que tenían una severidad $\leq 5\%$ de su superficie (Braithwaite *et al.*, 1994). En los de la clase B (tubérculos "semilla"), además, se discriminaron tubérculos con una severidad $\leq 2\%$ de la superficie, con el objeto de analizar infecciones menores. Seguidamente, la proporción de los primeros, en cada una de las clases evaluadas, fue determinada tomando en cuenta el valor de dicho porcentaje y el peso promedio de los TC. Se calculó además la producción comerciable por parcela.

La información obtenida fue sometida al análisis de varianza utilizando el programa PC-SAS (SAS Versión 8 para Windows, SAS Institute Inc., Cary, NC, EEUU). Previo al análisis estadístico, se realizó un estudio exploratorio de los datos a fin de realizar la comprobación de los supuestos estadísticos; para ello se realizaron las pruebas de normalidad de los residuos (Wilk-Shapiro), homogeneidad de las varianzas y aditividad del modelo. Los datos obtenidos fueron transformados por el logaritmo natural (ln) cuando la normalización de estos fue requerida. Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de mínima diferencia significativa de la relación K de Waller-Duncan (Steel y Torrie, 1980), referida mas adelante como Waller-Duncan.

Resultados y Discusión

Incidencia y severidad de la enfermedad

Las pústulas de sarna polvorienta, en sus diferentes estados de desarrollo, se presentaron en un alto porcentaje de tubérculos, no encontrándose diferencias significativas ($P > 0,05$) en cuanto a incidencia de la enfermedad para los tratamientos, en ninguna de las clases evaluadas (A, B y A+B), al igual que entre las clases ($P > 0,05$). Sin embargo, se observó que los productos mancozeb, *L. origanoides* en forma de extracto etanólico y azoxystrobin tendieron a mostrar los menores valores de incidencia en la clase B. Por otra parte, los niveles de severidad fueron bajos en general, posiblemente debido a condiciones climáticas desfavorables para el desarrollo oportuno de la enfermedad, ya que la cantidad de inóculo en el suelo parece ser de poca significancia (Shah *et al.*, 2004). El análisis de varianzas, sin embargo, mostró diferencias entre los tratamientos para la clase B ($P = 0,037$; Tabla I). Los tratamientos mancozeb, *L. origanoides* en forma de extracto etanólico, azoxystrobin y *C. procera* en forma de polvos mostraron los niveles más bajos de severidad (2,48; 3,20; 3,82 y 4,08%, respectivamente). Para el conjunto de clases (A+B), se observó un resultado similar con los tratamientos mancozeb (2,20%) y *L. origanoides* en forma de extracto etanólico (3,09%).

Se desconoce la fenología de la variedad DIACOL-Capiro bajo las condiciones agroecológicas del área de estudio y, en consecuencia, la duración del momento crítico de infección. Sin embargo, algunas características de la sub-especie *andigena* incluyen la mayor longevidad en el campo (Luján, 1987) y un mayor período de desarrollo de estolones y tubérculos (Hawkes, 1978), con lo cual el momento crítico de infección podría ser mas

TABLA I
INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE LA SARNA POLVORIENTA DE LA PAPA
(*S. tuberosum* L.) CAUSADA POR *S. subterranea* EN TUBÉRCULOS PRODUCIDOS
DE UN CULTIVO TRATADO CON FUNGICIDAS O PRODUCTOS VEGETALES,
DISCRIMINADOS EN CLASES A, B Y EL CONJUNTO (A + B)

Tratamiento	Incidencia promedio (%)			Severidad promedio (%)		
	Clase A (≥80g)	Clase B (<80g, >25g)	A+B (≤25g)	Clase A (≥80g)	Clase B (<80g, >25g)	A+B (≤25g)
Control	60,08	54,24	56,89	3,14	7,20	5,43
Mancozeb	47,43	43,32	44,99	2,07	2,48*	2,20*
Azoxystrobin	45,63	52,69	48,35	2,87	3,82*	3,33
Propamocarb	56,79	52,93	54,88	3,54	4,60	4,08
Difenoconazol	60,91	51,02	55,71	4,10	5,39	4,79
PCNB	66,98	55,77	60,04	4,61	4,90	4,71
<i>L. origanoides</i> (f.e.e.)	61,84	52,22	56,29	3,81	3,20*	3,09*
<i>C. procera</i> (f.e.e.)	59,35	54,49	56,84	4,27	5,66	5,00
<i>L. origanoides</i> (f.p.)	60,41	64,10	62,38	3,78	5,88	4,88
<i>C. procera</i> (f.p.)	56,61	48,72	51,94	4,01	4,08*	4,07
Probabilidad (P)	≥0,05	≥0,05	≥0,05	≥0,05	0,048	0,037

* Medias diferentes del tratamiento control (P<0,05).

f.e.e.: en forma de extracto etanólico, f.p.: en forma de polvo. Método de comparación: Waller-Duncan (<0,05).

extenso que el señalado para la subespecie *tuberosum* (De Boer, 2000). En el presente trabajo, el primer tratamiento se hizo 4 semanas (28 días) después de la siembra y el segundo a las 8 semanas (56 días), lo que parece indicar que las aplicaciones fueron oportunas, para las condiciones climáticas presentadas, ya que la severidad en los tubérculos clase A fue baja. Por otra parte, el que los tubérculos clase B presentaron

una severidad mayor (7,20 en el control) sugiere un desarrollo de la enfermedad ligeramente más tarde que lo esperado con la subespecie *tuberosum* y el efecto de los tratamientos en el retraso fue significativo. En otras palabras, un período de tuberización prolongado en la subespecie *andigena*, combinado con un desarrollo del patógeno, condicionado a una humedad y temperatura apropiadas en el suelo, podrían

afectar el número y tamaño de las lesiones presentes al momento de la cosecha.

La aplicación del fungicida en el surco al momento de la siembra, tal como fue sugerida (Falloon *et al.*, 1996), resultó ser efectiva. En el ensayo, además, se realizó una segunda aplicación al momento del aporque, aprovechando la práctica rutinaria del cultivo, lo cual fue acertado y se demuestra en los resultados observados en los tubérculos

clase B. Dado que el momento del aporque coincide con el período de tuberización, constituye una segunda oportunidad de control de la enfermedad, por lo que, en suelos infestados, debe considerarse repartir las dosis de fungicidas para aplicar en dos momentos del cultivo de la planta: siembra y aporque.

Producción de tubérculos totales

Se encontraron diferencias significativas en la producción total de tubérculos al analizar las dos clases en conjunto (A+B; P=0,0126), pero no para las clases por separado (P>0,05; Tabla II). Para la producción en conjunto, los mayores rendimientos fueron obtenidos con los tratamientos mancozeb (95,18kg/parcela), *C. procera* en forma de extracto etanólico (90,66kg/parcela), difenoconazol (87,99kg/parcela) y azoxystrobin (85,84kg/parcela), representando incrementos con respecto al tratamiento testigo del 33,77; 27,41; 23,65 y 20,63%, respectivamente. Se observa una relación directa entre el control de la enfermedad y el incremento en el rendimiento de la planta en los casos de mancozeb y azoxystrobin, tal como ha sido reportado para el primero de estos fungicidas en otros estudios (Falloon *et al.*, 1996). A pesar de que *C. procera* en polvo y difenoconazole no controlaron significativamente la sarna polvorienta, sí se asociaron a un incremento en la producción, lo que podría considerarse como un estímulo por parte de estos compuestos en la planta.

Proporción de tubérculos comerciales

Para la evaluación de esta variable solamente fueron consideradas las clases A y B por separado, debido a los propósitos de cada una de ellas. No se encontraron diferencias significativas (P>0,05) para los tubérculos de la clase A; sin embargo, para la clase B los

TABLA II
PRODUCCIÓN DE TUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS COMERCIALES (<5%), Y PRODUCCIÓN DE TUBÉRCULOS COMERCIALES POR PARCELA OBTENIDOS EN EL CULTIVO TRATADO CON FUNGICIDAS O PRODUCTOS VEGETALES

Tratamientos	Producción total de tubérculos por parcelas (kg)			Porcentaje de tubérculos comerciales (%)			Producción comerciable por parcelas (kg)	
	Clase A ³	Clase B ³	A+B ³	Clase A	Clase B ¹	Clase B ²	Clase A ¹	Clase B ¹
Control	38,63	32,53	71,16	66,65	46,25	19,13	27,44	15,42
Mancozeb	49,70	45,49	95,18*	73,83	69,83*	34,40*	36,90	35,55*
Azoxystrobin	39,77	46,06	85,84*	60,67	65,70*	34,33*	28,24	22,93
Propamocarb	39,68	31,38	71,06	55,73	60,67	27,73	21,18	22,21
Difenoconazol	45,40	42,58	87,99*	63,33	52,03	13,93	31,18	25,82
PCNB	25,69	28,32	54,01	65,00	54,97	27,43	17,55	15,55
<i>L. origanoides</i> (f.e.e.)	27,66	34,94	62,61	66,20	70,83*	36,93*	18,84	28,01*
<i>C. procera</i> (f.e.e.)	42,25	48,41	90,66*	64,43	48,10	19,63	28,90	24,40
<i>L. origanoides</i> (f.p.)	22,70	34,74	57,44	62,80	48,63	20,07	15,27	19,33
<i>C. procera</i> (f.p.)	20,57	28,36	48,93	66,77	66,33*	33,73*	13,98	24,46
Probabilidad (P)	≥0,05	≥0,05	0,0126	≥0,05	0,0148	0,0117	≥0,05	

* Medias diferentes del tratamiento control (P<0,05).

Clase A: >80g, clase B: <80g, >25g, A+B: ≤25g. f.e.e.: en forma de extracto etanólico, f.p.: en forma de polvo.

¹ severidad <5%,

² severidad <2%.

³ los datos fueron transformados por logaritmo natural (Ln) para el análisis estadístico, pero se muestran los datos originales. Método de comparación: Waller-Duncan (<0,05).

resultados obtenidos indicaron diferencias tanto para el porcentaje de tubérculos con una severidad $\leq 5\%$ ($P=0,0148$), como para aquellos con severidad $<2\%$ ($P=0,0117$). De los tratamientos aplicados, cuatro lograron superar la proporción de tubérculos comerciales (TC) obtenidos con el control (Tabla II). Para el nivel de 5%, los tratamientos *L. organoides* en forma de extracto etanólico (70,83% de TC), mancozeb (69,83% de TC), *C. procera* en forma de polvos (66,33% de TC) y azoxystrobin (65,70% de TC), representaron un incremento de producción del 53,16; 50,98; 43,42 y 42,05%, respectivamente, en comparación con el tratamiento testigo (46,25% de TC). Esto demuestra que mediante la utilización de los tratamientos fue posible incrementar no solo la producción total, sino también, la de tubérculos comerciales. Más aún, con relación a tubérculos clase B con severidades $\leq 2\%$, los aumentos con respecto al control (19,13%), fueron del 79,46 al 93,05% para los mismos tratamientos (Tabla II). Esto último indica que en ausencia de semilla totalmente sana, es posible disponer de material de siembra con niveles de infección significativamente bajos, si se aplican los tratamientos evaluados.

Por su parte, la producción comerciable por parcela no mostró diferencias significativas en los tubérculos clase A ($P>0,05$). No obstante, para la clase B se encontró una clara superioridad ($P=0,025$) por parte de los tratamientos mancozeb (35,55kg/parcela) y *L. organoides* en forma de extracto etanólico (28,81kg/parcela), logrando aumentos del 130,56 y 81,69%, respectivamente, al comparar con el control (15,42kg/parcela; Tabla II). Es por ello que a pesar de no haberse obtenido reducción de la severidad en los tubérculos clase A, los resultados del análisis en la clase B indican que la reducción de la enfermedad tiene la potencialidad de aumentar el número de tubérculos comerciales y por

ende la producción comerciable de una parcela.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los productores de Mucurubá, estado Mérida, por la cooperación prestada para la realización del trabajo, y al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado por el apoyo financiero a través del Proyecto 020-AG-2007.

REFERENCIAS

Alcalá de Marcano D (1987) Reconocimiento y control de las principales enfermedades fungosas que afectan la calidad y rendimiento de las semillas. En *Manejo Integral del Cultivo de la Papa*. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Mérida, Venezuela. 93 pp.

Bower J, Locke J (2000) Effect of botanical extracts on the population density of *Fusarium oxysporum* in soil and control of *Fusarium* wilt in the greenhouse. *Plant Dis.* 84: 300-305.

Braithwaite M, Falloon R, Genet R, Wallace A, Fletcher J, Braam W (1994) Control of powdery scab of potatoes with chemical seed tuber treatments. *New Zeal. J. Crop Hort. Sci.* 22: 121-128.

Christ B (1987) Incidence and severity of powdery scab on five potato cultivars. *Phytopathology* 77: 985-986.

Christ B (2002) Is powdery scab a new concern? *Valley Potato Grower* (March): 26-27.

De Boer R (2000) Powdery scab and potato production in Australia. En Merz U, Lees AK (Eds.) *Proc. 1st Eur. Powdery Scab Workshop*. SCRI. Dundee, RU. pp. 23-24.

Diriwächter G, Parbery D (1991) Infection of potato by *Spongopora subterranea*. *Mycol. Res.* 95: 762-764.

Falloon R, Viljanen-Rollinson S, Coles G, Poff J (1995) Disease severity keys for Powdery and downy mildews of Pea, and Powdery scab of potato. *New Zeal. J. Crop Hort. Sci.* 23: 31-37.

Falloon R, Wallace A, Braithwaite M, Genet R, Nott H, Fletcher J, Braam W (1996) Assessment of seed tuber, in-furrow, and foliar chemical treatments for control of Powdery scab (*Spongopora subterranea* f. sp. *subterranea*) of potato. *New Zeal. J. Crop Hort. Sci.* 24: 341-353.

Falloon R, Genet R, Nott H (1998) Powdery Scab reduces potato plant productivity. *7th Int. Cong. Plant Pathol.* Edinburgh, RU. Abstract 2.8.1.

Falloon R, Genet R, Wallace A, Buttler R. 2003. Susceptibility of potato (*Solanum tuberosum*) cultivars to powdery scab (caused by *Spongopora subterranea* f. sp. *subterranea*), and relationships between tuber and root infection. *Australasian Plant Pathology.* 32:377-385.

Falloon R, Curtin D, Lister R, Butler R (2004) The obligate soilborne pathogen *Spongopora subterranea* affects host (*Solanum tuberosum*) root function. En Ophel-Keller KM, Hall BH (Eds.) *Proc. 3rd Australasian Soilborne Diseases Symp.* South Australian Research and Development Inst. Adelaide, Australia. pp. 30-31.

FONAIAP (1988) *Curso Integral sobre Producción de Papa*. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Barquisimeto, Venezuela. 241 pp.

Genet R, Falloon R, Braithwaite M, Wallace A, Fletcher J, Nott H, Braam F (1996) Disease resistance and chemical for control of Powdery scab (*Spongopora subterranea*): Progress toward integrated control in New Zealand. *13th Triennial Conf. Eur. Assoc. for Potato Research*. Veldhoven, Holanda.

Harrison J, Searle R, Williams N (1997) Powdery scab disease of potato - a review. *Plant Pathol.* 46: 1-25.

Hawkes J (1978) History of the potato. En Harris P (Ed.) *The Potato Crop, the Scientific Basis for Improvement*. Chapman & Hall. Nueva York, EEUU. 730 pp.

Jones R, Harrison B (1969) The behavior of potato mop-top virus in soil and evidence for its transmission by *Spongopora subterranea* (Wallr.) Lagerh. *Ann. Appl. Biol.* 63: 1-17.

Lister R, Falloon R, Curtin D, Butler R (2004) *Spongopora subterranea* reduces host (*Solanum tuberosum*) growth. En Ophel-Keller KM, Hall BH (Eds.) *Proc. 3rd Australasian Soilborne Diseases Symp.* South Australian Research and Development Inst. Adelaide, Australia. pp. 135-136.

Lujan L. (1987) *Manual de Papa*. 3^a ed. Orientación Agropecuaria. Bogotá, Colombia. 104 pp.

Marcano D, Hasegawa M (2002) *Fitoquímica Orgánica*. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 588 pp.

Merz U (2000a) Experiments on direct control and yield loss made in New Zealand. En Merz U, Lees AK (Eds.) *Proc. 1st Eur. Powdery Scab Workshop*. SCRI. Dundee, RU. pp. 51-52.

Merz U (2000b) Potato production and the powdery scab situation in Switzerland. En Merz U, Lees AK (Eds.) *Proc. 1st Eur. Powdery Scab Workshop*. SCRI. Dundee, RU. pp. 15-18.

Ortega E, Rodríguez Y (2004) Virus del mop top: una amenaza para la producción de papas en Venezuela. *INIA Divulga* 1: 36-40.

Qu X, Christ B (2007) *In Vitro* Culture of the obligate parasite *Spongopora subterranea* (Cercospora; Plasmodiophorida) associated with root-inducing transferred-DNA transformed potato hairy roots. *J. Eukar. Microbiol.* 54: 465-467.

Qu X, Kavanagh J, Egan D, Christ B (2006) Detection and quantification of *Spongopora subterranea* f. sp. *subterranea* by PCR in host tissue and naturally infested soils. *American Journal Potato Research*, 83: 21-30.

Rodríguez D, Montilla J. (2002) Disminución de la marchitez causada por *Fusarium* en tomate con extractos de *Citrus paradisi*. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 63: 46-50.

Sanabria M, Crescente O, Caserta A (1998) Metabolitos secundarios como un carácter quimiotaxonomico para tres especies del género *Heliconia* L. (Heliconiaceae) del Estado Sucre, Venezuela. *Ernstia* 8: 27-39.

Shah S, Butler J, Marshall J, Keenan S (2004) Relationships between *Spongopora subterranea* inoculum, powdery scab severity and potato tuber yield. En Ophel-Keller KM, Hall BH (Eds.) *Proc. 3rd Australasian Soilborne Diseases Symp.* South Australian Research and Development Inst. Adelaide, Australia. pp. 137-138.

Steel R, Torrie J (1980) *Principles and Procedures of Statistics: a Biometrical Approach*. 2^a ed. McGraw-Hill. Toronto, Canadá. 480 pp.

Van de Graaf P, Lees A, Wale S, Duncan J (2005) Effect of soil inoculum level and environmental factors of potato powdery scab caused by *Spongopora subterranea*. *Plant Pathology.* 54: 22-28.

Wale S (2000) The powdery scab situation in Scotland. En Merz U, Lees AK (Eds.) *Proc. 1st Eur. Powdery Scab Workshop*. SCRI. Dundee, RU. pp. 11-12.

Wale S (2002) Potential for chemical control of *Spongopora subterranea*, cause of powdery scab of potatoes and vector of potato mop-top virus. En The BCPC conference: Pest and Disease. Vols. 1 and 2. Proc. Int. Conf. Brighton, RU. pp. 129-134.