

MANEJO DEL CARBÓN DE LA PAPA (*Angiosorus solani*) EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

Benjamín Sañudo Sotelo
Carlos Betancourth García

RESUMEN

El trabajo se llevó a cabo en una zona del municipio de Pasto, con presencia del carbón de la papa (*Angiosorus solani*), con el objetivo de determinar la forma de diseminación del patógeno y pérdidas en producción de la variedad ICA Nariño, a través de dos ensayos. En el primero se trabajó con semilla procedente de un lote afectado y de uno libre del problema, con protección química al tubérculo con Vitavax 300 (Carboxin más Thiram) 3 g/kg de semilla, Bavistin (Carbendazín) y Mertect (Thiabendazol) 3cc/kg de semilla, comparados con un testigo, en un lote infestado. El segundo ensayo, consistió en protección química de semilla procedente de un lote donde se registró la enfermedad y se usaron los 4 fungicidas mencionados, además de un testigo, los cuales se sembraron en un lote libre del problema. Se determinó que el suelo es la principal vía de diseminación del patógeno, con ataques hasta del 46% y rendimientos sobre las cinco toneladas de tubérculos sanos por hectárea. Con la protección química las diferencias en las evaluaciones fueron significativas, determinándose los fungicidas Bavistin y Mertect como los mejores, con rendimientos cercanos a las 20 t/ha y reduciendo los ataques al 10%. A través de la semilla, el patógeno produce ataques de 32,14% y los rendimientos son de 8,197 t/ha de tubérculo sano. Cuando se hace protección química, los ataques son nulos.

Palabras clave: Papa, Carbón, *Angiosorus solani*.

ABSTRACT

This work was carried out in a location of Pasto municipality, with the presence of potato charcoal (*Angiosorus solani*), in order to determine the way of pathogen dissemination and production loss of the ICA Nariño cultivar, through two assays. The first, with seed coming from affected field and problem free, with tuber chemical protection with Vitavax 300 (Carboxin plus Thiran) 3g/kg of seed, Bavistin (Carbendazín) and Mertect (Thiabendazol) 3cc/kg of seed, compared to the control, group in an infested field. The second assay consisted in seed chemical protection coming from a field where the disease was found and the four fungicides named above, were used with a control group, which were planted in a free problem field. The results showed that soil is the principal way of pathogen dissemination, with attacks as far as 46% and out, put over five tonnages of health tubers by hectare. With the chemical protection the difference in the evaluations were significant. The Bavistin and Mertect fungicides were the best treatments, with an output close to 20 t/ha and a reduction of attacks to 10%. Through the seed, the pathogen produces attacks of 32,14% and the yield 8,197 t/ha of healthy tuber. With chemical protection, the attacks are null.

Key words: Potato, Charcoal, *Angiosorus solani*.

1. Profesor Asociado. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.

2. Profesor Asistente. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.

E-mail: cбет70@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

En Nariño, existen registros de varios problemas patológicos ocasionados por agentes microbiales del suelo, como son la mortaja blanca (*Rosellinia* sp.), la costra negra (*Rhizoctonia solani*), la marchitez temprana (*Verticillium albo-atrum*), la roña (*Spongospora subterranea*), la pata negra (*Erwinia carotovora* pv. *atroseptica*) y el nematodo quiste (*Globodera pallida*), afectando a las diferentes variedades cultivadas y con distribución en las principales regiones productoras (Guerrero, 1989, 1991). Sin embargo, no se había determinado la presencia del carbón (*Angiosorus solani*) en Nariño, aunque Molina (1976), registró este fitopatógeno en el departamento de Boyacá y Cundinamarca.

La enfermedad se encontró en Nariño entre 1997 y 1998, afectando a las variedades Parda Pastusa, ICA Nariño y Criolla amarilla, en los municipios de Guaitarilla, Pasto e Ipiales respectivamente con síntomas primarios característicos como deformación de tubérculos y presencia de soros internos, redondeados y de color negro, con pérdidas económicas en la producción, aunque sin manifestar síntomas aéreos aparentes.

En observaciones microscópicas se determinaron estructuras esféricas de 2-8 teleosporas, fértiles de forma subglobosa, de color café claro a pardo, con pared definida y lisa en los sitios de unión de las esporas, mientras que es verrugosa en la parte libre (Molina, 1976 y Sañudo *et al.*, 2001).

Ante la eventualidad de una distribución generalizada del carbón en las principales regiones productoras, se realizó el presente trabajo, buscando conocer la diseminación y manejo químico.

METODOLOGIA

El trabajo se desarrolló entre marzo de 1999 y abril de 2000 en el corregimiento de Catambuco, municipio de Pasto, a 2750msnm, de acuerdo a los siguientes aspectos:

Obtención de semilla sana y afectada. En un lote de papa variedad ICA Nariño, con alta incidencia del carbón y en etapa de madurez de cosecha, se hizo la

recolección de las plantas afectadas, de las cuales se separaron todos los tubérculos de segunda (50 – 70 g), con forma y color normales para llevarlos a almacenamiento en un sitio cubierto, seco y ventilado, hasta inicio de brotación. Además de esta semilla, se recolectaron tubérculos del mismo peso mencionado, procedentes de un lote libre de la enfermedad, llevándolos a almacenamiento en las mismas condiciones hasta su brotación.

Distribución Experimental

Primer ensayo. Se trabajó en el mismo lote donde hubo presencia de la enfermedad con un diseño de bloques al azar en distribución de parcelas divididas, con dos tratamientos, cinco subtratamientos y tres repeticiones.

Los tratamientos correspondieron a semilla afectada y semilla libre del problema, mientras que los subtratamientos correspondieron a un testigo y a la protección de los tubérculos con los siguientes productos: Vitavax 300 (Carboxin más Captan), Vitavax 400 (Carboxin más Thiram), Bavistin (Carbendazín) y Mertect (Thiabendazol). De los dos primeros se utilizaron tres gramos por kilogramo de semilla y de los otros, tres centímetros cúbicos por kilogramo de semilla, siguiendo la metodología de impregnación.

Se trabajó en un lote de 27,6 por 19 m, en el cual se trazaron 24 surcos de 19 m de longitud y separados 1,20 m, empleando 8 surcos de 19 m por bloque, sin tener separación entre ellos. En cada bloque se tuvieron dos parcelas mayores (tratamientos) sin separación, cada una con cuatro surcos de 19 m. Por cada parcela mayor se trazaron cinco subparcelas (subtratamientos), separadas por calles de 1 m. y cada una con cuatro surcos de 3 m de longitud.

Segundo ensayo. Se contó con un lote libre del patógeno, para trabajar con semilla proveniente de plantas afectadas por el carbón. Se trabajó en un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos correspondieron al testigo y a la protección de tubérculos con Vitavax 300, Vitavax 400, Bavistin y Mertect, con las mismas dosis del primer ensayo.

Para la distribución del experimento, se tuvo un lote con 12 surcos de 19 m y separados a 1,2 m, para trazar tres bloques, cada uno con cuatro surcos de 19 m

sin calles de separación entre ellos, estableciendo por bloque cinco parcelas con cuatro surcos de tres metros y calles de un metro.

Siembra y fertilización. Se empleó la distancia de 1,2 m entre surcos y 0,3 m entre plantas, depositando una semilla por sitio. En el momento de la siembra se hizo una fertilización con 200 kg de 13-26-6 más 20 kg/ha de agrimins, regando el abono en el fondo de los surcos después de colocar los tubérculos, haciendo el tapado con azadón. En la emergencia se hizo un reabonamiento con 300 kg/ha de 15-15-15 colocando el fertilizante en bandas a lado y lado de las plantas, para posteriormente taparlo ligeramente.

RESULTADOS Y DISCUSION

Primer ensayo

Número de tubérculos por planta. En el Análisis de Varianza (Tabla 1), no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Semilla libre y afectada) y subtratamientos (testigo y funguicidas), ni para la interacción tratamientos por subtratamientos para la misma variable, cuyo promedio fue de 19,93 y 21,67 tubérculos para semilla afectada y libre respectivamente, de acuerdo con la Tabla 2, lo que indica que la infección de *Angiosorus solani*, debe realizarse en el momento de formación de tubérculos, sin ocurrir un proceso de preinfección a las regiones estoloníferas que dan lugar a los tubérculos, ni a otros tejidos subterráneos, razón por la cual tampoco hay una aparente manifestación externa de ataque, como detención del crecimiento y cambios de coloración en las hojas.

De acuerdo con lo anterior, es posible que la principal fuente de inóculo e infección se presente en el suelo y las teleosporas tengan un período de latencia o dormancia hasta el momento de formación de los tubérculos.

Porcentaje de tubérculos afectados. Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos y altamente significativa entre subtratamientos, pero las diferencias no fueron significativas para la interacción tratamientos por subtratamientos (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis de Varianza para evaluaciones de sanidad y productividad en papa roja nariño sembrada en un lote con presencia del carbón (*Angiosorus solani*) utilizando semilla afectada y libre del patógeno y protegida químicamente

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS				F TABULADA		
		TUBERCULOS POR PLANTA	% ATAQUE	RELACION TUBERCULOS	RENDIMIENTO T/HA	5%	1%	
SEMILLA	1	22,53 NS	511,68 ^X	5,63 NS	151,38 ^X	18,51	98,5	
ERROR A	2	6,44	17,75	0,41	4,945			
FUNGICIDAS	4	0,20 NS	1255,72 ^{XX}	8,62 ^{XX}	254,475 ^{XX}	3,01	4,7	
SEMILLA POR FUNGICIDAS	4	0,87 NS	2,79 NS	0,38 NS	2,808 NS	3,01	4,7	
ERROR B	16	5,07	41,17	0,28	5,877			

NS: Diferencias no significativas

X: Diferencias significativas

XX: Diferencias altamente significativas

Cuando se empleó semilla de papa proveniente de plantas con síntomas de carbón el porcentaje de ataque fue de 29,26 % con diferencias significativas respecto a un ataque de 21 % cuando se utilizó semilla de un lote libre de la enfermedad (Tabla 2) lo que indica que el inóculo principal se encuentra presente en el suelo y si la infección se produce vía tubérculos estos deben estar contaminados externamente con teleosporas que permanecen latentes hasta la época propicia para iniciar el proceso patogénico en los tubérculos en formación.

Al hacer la comparación de los promedios de ataque entre subtratamientos; que oscilaron entre 9,64 y 45,87% (Tabla 2), se determinó que el mayor promedio se da en el testigo sin protección química, con diferencias significativas respecto a los subtratamientos con protección. De estos, aquellos en los cuales, se utilizaron Vitavax 300 y Vitavax 400 con 25,64 y 30,87% respectivamente, no mostraron diferencias significativas, pero si lo hicieron respecto a las del grupo de los Benzimidazoles, Bavistin y Mertect, con comportamiento similar estadísticamente con promedios de ataque de 9,64 y 13,56 %, determinándose que hay mayor protección de estos últimos que la de las Carboxinilidas.

Relación de tubérculos comerciales y no comerciales. Si bien en la Tabla 2 se observa una mayor relación cuando se utilizó semilla libre de carbón (3,09) que al emplear semilla proveniente de un lote con presencia del problema (2,23), en el Análisis de Varianza de la Tabla 1, no se observan diferencias significativas, lo que indica que lo más importante es el suelo como fuente de inóculo y de desarrollo de infección, que el inóculo presente en la semilla.

En la Tabla 1, se observaron diferencias altamente significativas entre subtratamientos. De acuerdo con la comparación de promedios de la tabla 2, el subtratamiento testigo mostró una relación de 0,63 con diferencias significativas respecto a los demás subtratamientos, debido a la gran cantidad de tubérculos pequeños y deformes que se presentan en plantas afectadas por carbón, como resultado del proceso patogénico, que posiblemente induce una formación más tardía de los órganos de almacenamiento.

Tabla 2. Comparación de promedios de ataque y productivos en papa roja Nariño sembrada en un lote con presencia del carbón (*Angiosorus solani*), utilizando semilla afectada y libre del patógeno y protegida químicamente.

TRT	TUBERCULOS POR PLANTA			% DE TUBERCULOS AFECTADOS			TUBERCULOS COMERCIALES / NO COMERCIALES			RENDIMIENTOS TON/HA		
	SEMILLA AFECTADA	SEMILLA LIBRE	PROMEDIO	SEMILLA AFECTADA	SEMILLA LIBRE	PROMEDIO	SEMILLA AFECTADA	SEMILLA LIBRE	PROMEDIO	SEMILLA AFECTADA	SEMILLA LIBRE	PROMEDIO
Testigo	19,57	21,67	20,67 A	50,07	41,67	45,87 A	0,60	0,67	0,63 A	3,93	6,757	5,34 A
Vitavax 300	20	22	21 A	29,78	21,59	25,69 B	2,20	3,23	2,72 B	14,63	19,703	17,17 BD
Vitavax 400	20,67	21,33	21 A	34,38	27,35	30,87 B	2,13	3,57	2,85 B	13,017	19,433	16,225 B
Bavistin	20	21,33	20,67 A	14,87	4,42	9,64 C	3,07	3,87	3,47 B	18,42	22,89	20,655 CD
Mertect	19,33	22	20,67 A	17,18	9,95	13,56 C	3,13	4,13	3,63 B	19,93	23,607	21,77 C
Control	19,93 A	21,67 A		29,26 A	21 B		2,23 A	3,09 A		13,99 A	18,48 B	
						11,34			0,94			4,29

Valores transformados Y = Arco seno $\sqrt{\%}$

Letras distintas indican diferencias significativas.

No se encontraron diferencias significativas entre los subtratamientos con protección química debido a los menores porcentajes de tubérculos afectados y a la interacción menor o mayor que hacen los funguicidas en la etapa de preinfección.

Rendimiento de tubérculos sanos. Se encontró diferencias significativas entre tratamientos y altamente significativas entre subtratamientos, pero no para la interacción (Tabla 2). Cuando se trabajó con semilla de papa proveniente de un lote libre del patógeno, los rendimientos promedios de papa fueron 18,48 t/ha, superando significativamente a los de 13,99 t/ha, cuando se utilizó semilla de un lote afectado, diferencias que están relacionadas con los de tubérculos afectados (Tabla 2).

En la comparación de promedios entre tratamientos, el testigo con 5,34 t/ha, mostró diferencias significativas con los subtratamientos de protección química 17,17-21,77 t/ha (Tabla 2). Las mayores producciones se dieron con Bavistin (20,665 t/ha) y Mertect (21,77 t/ha), ambos difiriendo significativamente con Vitavax 400 (16,225 t/ha); sin embargo, Bavistin no difirió significativamente con Vitavax 300 (17,17 t/ha).

Los rendimientos están relacionados directamente con la protección que los productos dieron contra la manifestación de la enfermedad, demostrándose la mayor efectividad de los funguicidas del grupo de los Benzimidazoles.

Segundo ensayo

En un suelo libre del patógeno, pero empleando semilla procedente de plantas afectadas por el carbón, se determinaron diferencias altamente significativas para los porcentajes de ataque, la relación tubérculos comerciales – no comerciales y los rendimientos de papa sana ICA Nariño, sin encontrarse diferencias significativas para la cantidad de tubérculos por planta, lo que indica nuevamente que la infección se realiza después de cumplirse el proceso de tuberización y por esta razón no se afectó significativamente el número que oscilo entre 18,33 y 21,67 tubérculos por planta (Tablas 3 y 4).

Porcentaje de Ataque. De acuerdo con lo observado en la Tabla 4, únicamente en el testigo se obtuvo ataque (32,14 %); cuando se hizo protección química no ocurrió infección, determinándose de esta manera que el inóculo es portado externamente en la semilla, pero epidemiológicamente esta vía es de importancia secundaria, pues el inóculo es eliminado con protección química.

Tabla 3. Análisis de Varianza para evaluaciones de sanidad y producción en papa roja Nariño sembrada en un lote libre de carbón (*Angiosorus solani*) utilizando semilla afectada y protegida químicamente.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	TUBERCULOS POR PLANTA	% ATAQUE	CUADRADO MEDIO		F TABULADO	
				RELACION TUBERCULOS	RENDIMIENTO t/ha	5 %	1 %
FUNGUICIDAS	4	4,73 NS	547,87 XX	1,79 XX	78,103 XX	3,84	7,01
ERROR	8	9,68	18,35	0,07	3,318		

XX = diferencias altamente significativas

NS = no hay diferencias estadísticas

Tabla 4. Comparación de promedios de ataque y productivos en papa roja Nariño sembrada en un lote libre de carbón (*Angiosorus solani*), utilizando semilla afectada y protegida químicamente.

TRATAMIENTO	TUBERCULOS PLANTA	%TUBERCULOS AFECTADOS	RELACION TUBERCULOS	RENDIMIENTOS t/ha
TESTIGO	18,33 A	32,14 A	1,37 A	8,197 A
VITAVAX 300	20,67 A	0,57 B	2,40 B	19,473 B
VITAVAX 400	20,33 A	0,57 B	2,63 CB	19,107 B
BAVISTIN	21,67 A	0,57 B	3,23 C	19,970 B
MERTECT	21 A	0,57 B	3,23 C	19,780 B
VALOR TUKEY 5%		12,09	0,75	5,43

Datos transformados $Y = \text{Arco seno } \sqrt{\%}$

Letras distintas indican diferencias significativas.

Relación tubérculos comerciales no comerciales. En cuanto a esta variable, el tratamiento testigo con una relación de 1,37, presentó diferencias significativas con las relaciones de 2,4 a 3,23 obtenidas con la protección química, determinándose que posiblemente por efecto de infecciones tardías y por desequilibrios energéticos en las plantas atacadas, por respuesta de defensa, se presentan disminuciones de tamaño de tubérculos, siendo menos sobresalientes con los funguicidas del grupo de los benzimidazoles que muestran mayor especificidad contra el patógeno (Tabla 4).

Rendimiento. La producción promedia osciló entre 8,197 y 19,97 t/ha, determinándose que en el testigo con el menor promedio tuvo diferencias significativas con los tratamientos de protección química con 19,10 – 19,97 t/ha, que no difieren significativamente, por haber eliminado, todos el inóculo presente externamente en los tubérculos.

CONCLUSIONES

El carbón de la papa (*Angiosorus solani*) tiene en el suelo la vía principal de diseminación y el ataque probablemente en la tuberización de las plantas, por lo que no afecta el número de tubérculos pero sí su tamaño y forma, determinándose una relación de tubérculos comerciales : no comerciales de 0,63; ataque de 46% y rendimientos de 5,34 t/ha de tubérculos sanos.

El carbón también puede ser portado externamente en semilla de lotes infestados con una relación de tubérculos comerciales : no comerciales 1,37, ataques de 32,14% y rendimientos de 8,197 t/ha. Además, con la protección química se evita la diseminación del problema.

Cuando se hizo protección química en semilla sana sembrada en lotes infestados se presentaron incrementos significativos en la relación y rendimientos, con disminuciones también significativas en el porcentaje de ataque, siendo más efectivos los funguicidas del grupo de los Benzimidazoles (Carbendazin y Thiabendazol), una relación de 3,47 : 3,63, rendimientos cercanos a 20 t/ha y ataques aproximadamente del 10%.

BIBLIOGRAFIA

- GUERRERO, O. Principales enfermedades de la papa y su control. Curso sobre el cultivo de papa en el departamento de Nariño. Pasto, Colombia, ICA, 1989. pp.12-13.
- GUERRERO, O. principales enfermedades fungosas y virales de la papa transmitidas por tubérculos – semillas. En: Seminario, patógenos asociados con semillas de trigo, cebada, frijol, haba, arveja, papa y ajo. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, ASCOLFI, 1991. pp. 89-90.
- MOLINA, L. Reconocimiento e identificación de Ustilaginales en Colombia. Tesis de Maestría, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia – ICA. 1976.
- NAÑUDO, B; ARTEAGA, M; VALLEJO, W; ARÉVALO, R Y BURBANO, E. Fundamentos de Micología Agrícola. San Juan de Pasto, Universidad de Nariño, 2001. 200 p.