

Fungicidas aplicados al suelo como estrategia de manejo integrado de enfermedades en papa, bajo escenarios de elevada infestación inicial y residualJ. D. Mantecón^{1/*}

Recibido: 21/10/2014

Aceptado: 11/05/2015

Disponible en línea: Junio 2015

Resumen

Durante las campañas 2010/11 a 2013/14 se desarrollaron ensayos de control de *Rhizoctonia solani* y *Fusarium solani* f. sp. *eumartii*, en el campo experimental de la Estación Experimental INTA Balcarce. Fueron utilizados los cultivares Kennebec y Atlantic. El diseño usado fue en bloques completamente aleatorizados con cuatro repeticiones. Las parcelas constaban de cuatro surcos de cuatro metros de largo distanciados 0.8 metros entre sí. Los fungicidas evaluados fueron aplicados al suelo mediante su aspersion, en el fondo del surco, luego de la plantación mecánica de los cortes de papa semilla. La inoculación artificial con ambos patógenos se realizó mediante su distribución en el momento de la plantación. Fueron registrados el número de plantas sanas y enfermas de cada enfermedad mediante la observación visual en floración (50 días) y tuberización (75 días) de los cultivos. Los tubérculos de cada parcela fueron lavados y pesados, registrándose el rendimiento total, recibo y "semilla" para luego clasificarlos individualmente en tubérculos sanos y rajados o malformados, para el caso de sarna negra, y sanos y enfermos, para el caso del marchitamiento y punta seca. Todos los tratamientos químicos redujeron los síntomas patológicos registrados en el testigo inoculado y aumentaron la cantidad de tubérculos sanos. Los valores de % de tubérculos sanos aumentaron consistentemente por efecto de los tratamientos químicos. Durante 2013/14 se obtuvieron los menores valores de tubérculos sanos, disminuyendo la eficiencia de control lo cual confirma que el control de la enfermedad necesita de una rotación de cultivos mayor a tres.

Palabras clave adicionales: Sarna negra, control, enfermedad, marchitamiento, tubérculo.**Applied fungicides to soil as a strategy for integrated management of diseases in potatoes, under high initial and residual scenarios of infestation****Summary**

During 2010/11 to 2013/14 seasons control tests of *Rhizoctonia solani* and *Fusarium solani* f. sp. *eumartii* were developed at the experimental Station of INTA Balcarce, Argentina. Kennebec and Atlantic cultivars were used. The experimental design was a completely randomized block with four replications. Plots consisted in four rows four meters long 0.8 meters apart from each other. The fungicides tested were applied to the soil by spray in the row after mechanical planting potato cuts seed. Artificial inoculation with both pathogens was performed by distribution at the planting time. Recorded the number of healthy and diseased plants of each disease were made at beginning bloom stage (50 days) and tuber bulking stage (75 days) of crops. Tubers from each plot were washed and weighed, recorded total,

* Autor para correspondencia. Correo electrónico: mantecon.jorge@inta.gob.ar

¹ Integrada FCA-INTA, cc 276-Balcarce, Argentina.

marketable and "seed" and then classified individually into healthy and cracked for black surf and healthy and diseased for potato wilt. All chemical treatments reduced pathological symptoms recorded in the checks and improve the healthy tubers. The healthy tubers consistently increased by the fungicide use. The lowest values of healthy tubers were obtained during 2013/14, decrease efficiency control by fungicides which confirms that the disease control need a rotation of more than three seasons.

Additional keywords: Black surf, control, disease, wilt, tuber.

Introducción

El cultivo de papa puede estar afectado por gran cantidad de enfermedades. Algunas de ellas son endémicas del cultivo en todas las zonas productoras del mundo, como por ejemplo los tizones foliares: el temprano (*Alternaria solani*) y el tardío (*Phytophthora infestans*). Sin lugar a dudas, éste es la enfermedad más importante que presenta el cultivo en el mundo.

También está afectado por patógenos de hábitat terrícola que afectan el rendimiento del cultivo y la calidad de la producción. Estas enfermedades son de difícil control dado que la lucha se ubica en el universo del suelo, por ende, requieren de estrategias de manejo integrado de plagas (MIP) para lograr efectivamente reducir los daños que estos patógenos producen en el cultivo.

En condiciones de Argentina, la sarna negra o costra negra (*Rhizoctonia solani*) y el marchitamiento y punta seca (*Fusarium solani* f. sp. *eumartii*) son consideradas enfermedades muy importantes del cultivo producidas por patógenos que viven normalmente en el suelo. La sarna negra, costra negra o rizoctoniasis (*R. solani*) es un habitante del suelo, parásito facultativo por excelencia, sobrevive a expensas de la materia orgánica presente en el suelo y de plantas vivas. Es patógeno de muchas especies botánicas, incluyendo gramíneas. Tiene una amplia distribución mundial, pues se localiza en cualquier zona donde se realice el cultivo de papa. Los síntomas más característicos se presentan en los tubérculos donde aparecen pústulas parduzcas o esclerotos (estructura de resistencia), que son los órganos a través

de los cuales se perpetúa año tras año con la plantación de tubérculos enfermos. De ahí proviene el nombre de sarna negra o costra negra. Los esclerocios (inóculo inicial) germinan cuando las condiciones ambientales son favorables, invadiendo los brotes emergentes y tallos de papa, especialmente a través de heridas. Durante la etapa de crecimiento, plantas, raíces y estolones son invadidos por el hongo. La formación de esclerocios en los tubérculos nuevos se produce durante el ciclo de cultivo y principalmente una vez que el cultivo ha terminado y los tubérculos quedan bajo el suelo por tiempo prologado. Es por ello que una estrategia importante de control es la cosecha del cultivo una vez que el mismo se ha entregado para de esta manera, evitar una mayor formación de esclerocios en los tubérculos. Esta práctica adquiere relevancia superlativa cuando los tubérculos serán destinados a "semilla" de un nuevo cultivo. Suelos contaminados, tubérculos con esclerocios, plantación con suelos fríos y húmedos favorecerán el desarrollo del patógeno infectando el brote e impidiendo su emergencia. Otros síntomas muy importantes en los tubérculos incluyen grietas, mal formaciones, concavidades y necrosis en el extremo de unión con el estolón. Estos síntomas adquieren relevancia porque disminuye la calidad comercial de los tubérculos, principalmente aquellos destinados a la industria.

Los daños más graves se producen en plantaciones tempranas, especialmente en suelo fríos y muy húmedos (inóculo residual o del suelo); ya que el hongo ataca los brotes subterráneos, necrosándolos y/o retrasando su emergencia. Los brotes que

emergen, igualmente se infectan, desarrollándose un cancro en la base del tallo, el que puede presentar depresiones profundas y estrangulamiento que provoca síntomas secundarios, como arrosamiento del ápice (muy común en condiciones de Argentina), pigmentación púrpura de las hojas y formación de tubérculos aéreos. En la base de los tallos de plantas adultas y sobre la línea del suelo, puede detectarse el micelio del patógeno de color claro, marcando la etapa terminal de la enfermedad que se conoce como “Pie blanco”.

La enfermedad promueve el incremento de papas pequeñas, deformes y agrietadas, aumentando de esta forma el desecho, perdiendo capacidad comercializadora. La presencia de esclerocios del hongo en los tubérculos impide la exportación y comercialización de los mismos como “semilla”.

El MIP de la enfermedad incluye prácticas como utilizar papa-semilla sana,

plantación superficial en suelos templados, bien drenados, prácticas culturales que faciliten la rápida emergencia de los tallos y la utilización de técnicas de control químico a la papa “semilla” antes de plantar y en el surco de plantación para evitar la infección de los brotes en estado de pre emergencia (Carmona, D. et.al., 2003; Tsrer, L. 2010).

La rotación de cultivos es eficiente para controlar el GA3 de *R. solani*, porque afecta sólo a la papa y cebada y no para el GA4 que afecta a muchos otros cultivos (Gudmestad N.C., et.al., 2007).

Descartar o quemar los restos de cosecha es válido para eliminar el micelio del hongo que se encuentra en restos de tallos y estolones infectados en el campo después de la cosecha.

El Control químico mediante el uso de fungicidas aplicados al suelo o como desinfectantes de tubérculos, incrementa la calidad y cantidad de los tubérculos

producidos (Mantecón, J.D., 2007 y 2008). Si bien el control de la enfermedad mediante la aplicación de fungicidas no es total, se conocen resultados altamente satisfactorios (Mantecón, J.D., 2013). En la práctica el control químico debe ser considerado como componentes del MIP de la enfermedad (Martin, C. and H. Torres. 1989). El conjunto de medidas tiene como objetivo el reducir los daños que la enfermedad ocasiona a los cultivos, maximizando la calidad y cantidad de tubérculos producidos y minimizando los factores adversos sobre el ambiente al reducir la utilización de sustancias químicas.

El marchitamiento y punta seca (*Fusarium solani* f. sp. *eumartii*) es una enfermedad de amplia difusión en los cultivos de papa. El patógeno puede sobrevivir durante varios años en el suelo, es endémico en todas las zonas productoras de Argentina, particularmente en el sudeste bonaerense, ocasionando pérdidas en rendimiento que anualmente superan el 10%. En zonas cálidas y húmedas produce el marchitamiento del follaje de las plantas de papa. Las mayores pérdidas se registran por ataques al tubérculo en el campo. Afecta al cultivo provocando tres problemas fundamentales: marchitez en la planta, podredumbre seca en los tubérculos y podredumbre del tubérculo plantado. La pudrición de la papa-semilla después de la plantación no se promueve cuando la temperatura y la humedad relativa del suelo favorecen la emergencia rápida de los brotes. La infección en los tubérculos es favorecida por condiciones de suelo seco, semilla fisiológicamente envejecida, daños mecánicos causados por trozado de los tubérculos “semilla” no suberizadas, raicillas jóvenes y labores culturales como cosecha, transporte, selección y almacenaje.

Los síntomas foliares se caracterizan por un puntillado cobrizo internerval de los folíolos apicales que permite diferenciarlos de los marchitamientos producidos por

otras especies del género *Fusarium spp.*. Este puntillado cobrizo se observa con nitidez al trasluz, generalizándose a todo el follaje, los que confluyen y provocan la necrosis de los espacios internervales.

En los tallos cortados transversalmente se observa una coloración castaño oscura de los haces vasculares. Los tallos subterráneos y las raíces se necrosan. Este síntoma es producido por la acción de toxinas que el hongo secreta, el cual está alojado en los órganos subterráneos.

La enfermedad se manifiesta principalmente en tubérculos de papa, donde causa una pudrición seca, comenzando con la formación de anillos concéntricos a medida que el tejido se seca. De estas lesiones emerge el micelio del hongo. En tuberización del cultivo, las infecciones avanzan a los tubérculos, se localizan en el estolón aumentando tanto en superficie como en profundidad causando la pudrición del tejido. En ataques tardíos y leves es posible detectar una depresión (punta seca) en la inserción con el estolón. En ataques más severos, la pudrición progresa más aún y al observar cortes transversales de los tubérculos, aparece una coloración castaño oscura de los haces vasculares en forma de anillo concéntrico de 3 a 5 mm de ancho, la que puede progresar hasta las yemas apicales y necrosarlas.

Las estrategias de MIP utilizar variedades de buen comportamiento y “semilla” sana y entera. Esta condición es relevante para el manejo de la enfermedad, dado que el uso de semilla enferma para un nuevo cultivo, condiciona severamente el stand de plantas producto del aumento muy significativo de las pudriciones del tubérculo “semilla” ocasionado por el patógeno y bacterias (invasores secundarios) que ven facilitado su crecimiento por las condiciones hídricas del suelo. De ser necesario el fraccionamiento de la “semilla”, propiciar la suberización del tejido expuesto después

del corte (excluyente), varios días antes de la plantación, ya que el patógeno requiere de heridas en los tubérculos para lograr penetrar e infectarlos; rotación de cultivos, plantación superficial y prácticas culturales que faciliten una rápida emergencia. La utilización de técnicas de control químico a la papa “semilla” antes de plantar y en el surco de plantación es una estrategia de MIP que coopera en la disminución de los daños que la enfermedad produce.

Como en el caso de la sarna negra, el MIP del marchitamiento y punta seca incluye prácticas como utilizar papa-semilla sana, plantación superficial en suelos templados, bien drenados, prácticas culturales que faciliten la rápida emergencia de los tallos y la utilización de técnicas de control químico a la papa “semilla” antes de plantar y en el surco de plantación. Descartar o quemar los restos de cosecha es válido para eliminar el micelio del hongo que se encuentra en restos de tallos y estolones infectados en el campo después de la cosecha.

El control químico mediante el uso de fungicidas aplicados al suelo o como desinfectantes de tubérculos disminuye los efectos que la enfermedad causa en el cultivo. Esta técnica de control debe ser completada por acciones adicionales que permitan controlar la enfermedad, dado que se trata de un patógeno de hábitat terrícola que por sus características es de difícil control mediante el uso de sustancias químicas exclusivamente.

El objetivo del presente trabajo fue validar la herramienta tecnológica de aplicación de fungicidas al suelo para el control de enfermedades características del cultivo de papa, como herramienta necesaria y adicional al manejo integrado (MI) de enfermedades causadas por patógenos de suelo, en condiciones ambientales del sudeste bonaerense.

Materiales y Métodos

Los ensayos fueron ejecutados en el campo experimental de la Estación Experimental

INTA Balcarce durante las campañas 2010/11, 2011/12, 2012/13 y 2013/14. El lugar donde se formalizaron los mismos es un sector del campo experimental donde la rotación papa-trigo-soja-papa es una rutina normal de manejo; por lo cual, el suelo está contaminado naturalmente con patógenos de suelo como *Rhizoctonia solani* y *Fusarium solani f. sp. eumartii*, ya que son patógenos comunes en estos cultivos y un cultivo de papa se desarrolla en el mismo lugar sistemáticamente cada tres a cuatro campañas agrícolas; lo que constituye el inóculo residual o del suelo.

Adicionalmente la realización de los ensayos con inoculaciones artificiales de ambos patógenos en el momento de la plantación aumenta su densidad poblacional constituyendo el inóculo inicial para cada ensayo en todas las temporadas.

Para los ensayos en sarna negra (*R. solani*) durante 2010/11 y 2011/12 el cultivar utilizado fue Kennebec, susceptible a la enfermedad; mientras que durante ese período, los ensayos de validación en marchitamiento y punta seca (*F. solani f.sp. eumartii*) fueron realizados con el cultivar Atlantic, susceptible a la enfermedad. Durante las temporadas 2012/13 y 2013/14 todos los ensayos fueron realizados con el cultivar Atlantic, susceptible a ambas enfermedades.

Los cortes de papa “semilla”, de cada cultivar, usados para la realización de todos los ensayos fueron de alta sanidad y no presentaban síntomas del patógeno, a excepción la temporada 2013/14 en el ensayo de sarna negra, en el cual fueron utilizados tubérculos semilla enfermos, provenientes de la temporada anterior, con una superficie cubierta por esclerotos del 10% (James, 1977), con el fin de evaluar la dispersión interanual de la enfermedad.

Todos los ensayos se dispusieron en el campo mediante el uso de una plantadora experimental de cuatro surcos (1-12-2010; 26/11/2011; 29/11/2012; 2-12-2013) y

fueron cosechados manualmente (18-04-2011; 4/4/2012; 12/4/2013; 16/4/2014).

Se realizó un diseño en bloques completamente aleatorizados con cuatro repeticiones; las parcelas constaban de cuatro surcos de cuatro metros de largo distanciados 0.8 metros entre sí. La distancia entre plantas a lo largo del surco fue 0.2 metros. Dentro de los bloques, cada parcela se distanciaba de su vecina por 2m, donde los espacios entre parcelas no estaban ocupados por plantas de papa.

Los tratamientos evaluados y sus correspondientes dosis se detallan en las tablas 1 y 2. Los fungicidas fueron aplicados al suelo mediante su aspersión, en el fondo del surco, luego de la plantación mecánica de los cortes de papa “semilla”. Posteriormente se procedió a inocular con cada patógeno cada uno de los cortes de “semilla” plantados en cada ensayo e inmediatamente reconstruir el surco de siembra mediante el uso doble de un aporcador.

En cada temporada y ensayo la inoculación artificial con *R. solani* fue realizada mediante la distribución de granos de avena molidos, que previamente fueron esterilizados y colonizados por una cepa del hongo, grupo de anastomosis (**AG3**), de patogenicidad conocida, causante del cancro del tallo y sarna negra de la papa. La inoculación artificial con *F. solani f. sp. eumartii* fue realizada mediante la distribución de granos de avena molidos, que previamente fueron esterilizados y colonizados con un pool de cepas del hongo, de patogenicidad previamente evaluada, causante del marchitamiento y punta seca de la papa.

Durante el ciclo de cultivo, los ensayos fueron pulverizados foliarmente, en intervalos semanales, con Polyram 70WG (metiran) en dosis de 2.5 kg/ha y Bellis 38WG (piraclostrobin +boscalid) en dosis de 0.3 kg/ha con el fin de controlar tizón temprano (*Alternaria solani*) y tardío (*Phytophthora infestans*).

En todos los ensayos se evaluó el número de plantas sanas y enfermas para lo cual se realizaron observaciones visuales en floración (50 días) (21/1/2011; 18/1/2012, 27/1/2013; 25/1/2014) y tuberización (75 días) (16/2/2011; 10/2/2012; 26/2/2013; 20/2/2014) de los cultivos. Posteriormente a la cosecha, la que fue realizada manualmente, los tubérculos de cada parcela fueron lavados y pesados, registrándose el rendimiento total, recibo y “semilla” para luego clasificarlos individualmente en tubérculos sanos y

Tabla 1. Tratamientos y dosis realizados en el ensayo de control de marchitamiento y punta seca (*Fusarium solani f. sp. eumartii*) durante las temporadas 2010/11 y 2013/14.

Tratamiento	lt. form./ha
1. Check inoculado	-----
2.- Acronis 50FS (pyraclostrobin + metil tiofanato) inoculado	2.0 a 3.0
3.- Acronis 50FS (pyraclostrobin + metil tiofanato) inoculado	4.0
4.- Amistar Top 32.5 SC (azoxystrobin + difenoconazole) inoculado	3.0

Tabla 2. Tratamientos y dosis realizados en el ensayo de control de sarna negra (*Rhizoctonia solani*) durante las temporadas 2010/11 a 2013/14.

Tratamiento	lt. form./ha
1. Check inoculado	-----
2.- Acronis 50FS (pyraclostrobin + metil tiofanato) inoculado	2.0 a 3.0
3.- Acronis 50FS (pyraclostrobin + metil tiofanato) inoculado	4.0
4.- Amistar Top 32.5 SC (azoxystrobin + difenoconazole) inoculado	3.0
5.- Prestige 29FS (imidacloprid 14% + pencycuron 15%) ⁽¹⁾	2.5

⁽¹⁾2012/13 y 2013/14.

Resultados y Discusión

Durante los cuatro años de evaluaciones, las condiciones ambientales fueron favorables para el desarrollo de los cultivos y ambas enfermedades. Adicionalmente, la inoculación artificial (inóculo inicial) sumado a la corta rotación entre cultivos de papa (inóculo residual) incitó el desarrollo de ambas enfermedades en el campo, principalmente en la última temporada (2013/14) donde los ensayos fueron ubicados en el mismo lugar físico que en la primera temporada de evaluaciones (2010/11).

rajados o malformados, para el caso de sarna negra, mientras que para el caso del marchitamiento y punta seca, los tubérculos fueron clasificados en sanos y enfermos. En todos los casos no se consideraron los dos surcos externos de cada parcela.

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de la varianza y los promedios fueron comparados utilizando el test MRT de Duncan con un nivel de significancia del cinco por ciento.

Sarna negra de la papa (*R. solani*).

La evaluación de plantas enfermas en floración (tabla 3), mostró altos niveles patológicos durante 2011/12 a 2013/14, que se incrementan notablemente en las evaluaciones realizadas en tuberización, llegando a valores de incidencia del 78% en la última temporada. Todos los tratamientos químicos redujeron los síntomas patológicos registrados en el testigo inoculado, tanto en floración como tuberización para todos los años evaluados, pero los mejores valores se obtuvieron con Acronis 50SC, 4 l/ha. El mismo tratamiento realizado en menor dosis, 2

l/ha, mostró un control parcial de la enfermedad y fue estadísticamente inferior a la mayor dosis. En la última temporada de evaluaciones (2013/14), cuando la enfermedad fue más severa, como producto de la utilización de semilla enferma y ubicación del ensayo en un lugar infestado, se observaron diferencias en los parámetros número y altura de plantas, dado que el testigo inoculado mostró menores valores que los tratamientos químicos. Los altos valores de infección

observados en el testigo inoculado que llegan a 78 % de plantas enfermas en plena tuberización durante 2013/14 pueden atribuirse al éxito en la inoculación artificial sumado a la disposición del ensayo en el mismo lugar que estuviera tres campañas anteriores y al uso de “semilla” enferma. Las condiciones de alta humedad en el suelo a causa de lluvias y riego artificial post-plantación favorecieron aún más el progreso de la enfermedad.

Tabla 3. Plantas ⁽¹⁾ sanas y enfermas con sintomatología de cancro de la base del tallo producido por *R. solani* observado los tratamientos evaluados.

Tratamientos / dosis (form./ha.)	floración		tuberización		
	Número	Enfermas (%)	Número	Enfermas (%)	
Altura (cm)					
2010/11					
Check inoculado	29 b	6.25 a	36 a	25.0 a	55
Acronis 50FS / 3.0	39 a	1.25 b	40 a	6.0 b	56
Acronis 50FS / 4.0	40 a	0.0 b	40 a	5.5 b	52
Amistar Top 32.5 SC / 3.0	37 a	0.0 b	38 a	7.5 b	55
2011/12					
Check inoculado	48 a	25.0 a	50 a	44.0 a	60
Acronis 50FS / 3.0	42 a	5.0 c	49 a	10.0 c	59
Acronis 50FS / 4.0	44 a	0.0 c	46 a	6.5 c	62
Amistar Top 32.5 SC / 3.0	43 a	0.0 c	44 a	6.8 c	62
2012/13					
Check inoculado	30 b	30.0 a	36 a	55.0 a	50
Acronis 50FS / 2.0	36 a	15.0 b	40 a	30.0 b	52
Acronis 50FS / 4.0	40 a	2.5 c	40 a	15.0 c	52
Amistar Top 32.5 SC / 3.0	38 a	2.5 c	40 a	2.5 d	55
Prestige 29FS / 2.5 l/ha	40 a	5.0 c	40 a	10.0 c	55
2013/14					
Check inoculado	22 c	30.0 a	30 c	78.0 a	46
Acronis 50FS / 2.0	36 ab	5.0 b	38 b	35.0 b	52
Acronis 50FS / 4.0	42 a	1.5 b	48 a	10.0 c	58
Prestige 29FS / 2.5 l/ha	42 a	2.0 b	46 a	15.0 c	56

⁽¹⁾Plantas de dos surcos centrales. Floración: 60 días de cultivo – Tuberización: 90 días de cultivo.

* Los promedios que tienen letras en común no difieren entre sí (P=0.05).

Cuando se evalúa el rendimiento de tubérculos comerciales (recibo) y totales (tabla 4), todos los tratamientos químicos superaron al testigo inoculado sin tratar durante los años de evaluaciones. No se observaron diferencias entre tratamientos

químicos, dosis de, a excepción de las temporadas 2012/13 donde Amistar Top 32.5SC superó a Acronis 50FS en menor dosis, y 2013/14 cuando la enfermedad fue más severa, donde Prestige 29FS y Acronis 50FS, en mayor dosis, fueron

necesarios para incrementar el tamaño de los tubérculos.

Tabla 4. Rendimiento total de tubérculos y % de sanos y enfermos por *R. solani* de los tratamientos evaluados.

<i>Tratamientos / Dosis (lt. Form./ha.)</i>	<i>RENDIMIENTO (kg/parcela)</i>				<i>total</i>	<i>sanos (%)</i>	<i>bolsas/ha sano 40kg</i>
	<i>sano</i>	<i>enfermo</i>	<i>recibo</i>	<i>semilla</i>			
2010/11							
Check	10.6 d	12.9a	17.4 c	6.1 a	23.5 c	45.1	679
Acronis 50FS / 3.0	18.7 b	10.1 bc	21.8ab	7.0 a	28.8ab	64.9	850
Acronis 50FS / 4.0	23.0a	7.8 c	23.0a	7.5 a	30.5a	75.4	897
Amistar Top 32.5 SC / 3.0	20.9ab	8.2 c	22.4a	6.7 a	29.1a	72.0	874
2011/12							
Check	8.8 d	10.6 ab	14.4 d	5.0 a	19.4 b	45.1	343
Acronis 50FS / 3.0	16.6 b	8.7 b	19.8 abc	5.5 a	25.3 a	65.7	647
Acronis 50FS / 4.0	22.5 a	5.6 c	22.1 a	6.0 a	28.1 a	80.2	878
Amistar Top 32.5 SC / 3.0	21.0 a	6.0 c	20.9 ab	6.1 a	27.0 a	77.7	819
2012/13							
Check	9.3 d*	9.2 a	11.5 c	7.0 a	18.5 c	50.1	363
Acronis 50FS 2.0	13.7 c	6.8 b	15.3 b	5.2 b	20.5 bc	66.7	534
Acronis 50FS 4.0	18.4 b	5.1 bc	17.5 ab	6.0 ab	23.5 ab	78.2	718
Amistar Top 32.5 SC / 3.0	22.3 a	3.5 c	19.9 a	5.9 ab	25.8 a	86.4	870
Prestige 29FS / 2.5	17.4 b	5.4 b	16.8 b	6.0 ab	22.8 ab	76.2	679
2013/14							
Check	6.7 c	11.9 a	9.9 c	8.7 a	18.6 c	36.0	261
Acronis 50FS 2.0	10.9 b	11.3 a	12.3 b	9.9 a	22.2 b	49.0	425
Acronis 50FS 4.0	14.8 a	11.1 a	16.5 a	9.4 a	25.9 a	57.1	577
Prestige 29FS / 2.5	15.2 a	10.8 a	15.8 a	10.2 a	26.0 a	58.5	593

Los promedios que tienen letras en común no difieren entre sí (P=0.05).

No se observaron diferencias apreciables en rendimiento de tubérculos “semilla”. En cuanto al análisis de la sanidad de los tubérculos, todos los tratamientos químicos registraron mayor cantidad de tubérculos sanos superando sensiblemente al testigo inoculado sin tratar, en cada temporada. Se registraron diferencias entre dosis de tratamientos químicos para esta variable mientras que no se observaron diferencias en los valores de tubérculos enfermos, por lo tanto un aumento de la dosis de Acronis50FS fue necesario para maximizar la sanidad del rendimiento.

Los valores de % de tubérculos sanos aumentaron consistentemente en todas las temporadas evaluadas por efecto de los tratamientos químicos. Durante 2010/11 a 2012/13, este parámetro mejoró en alrededor 35% de rendimiento total de

tubérculos; mientras que en la última temporada 2013/14 sólo logro mejorar los valores en 22%. Estos resultados muestran claramente el efecto directo de la ubicación del ensayo, el cual se ubicó en el mismo lugar donde se desarrollara 3 campañas anteriores. El inóculo residual existente en el suelo sumado al uso de “semilla” con síntomas y a la inoculación artificial en la plantación ocasionó un escenario muy conducente para la enfermedad, lo que provocó el aumento de tubérculos enfermos como resultados de la disminución de la eficacia de los tratamientos evaluados. Todo ello confirma que la mayor eficiencia de control de la enfermedad por parte de los fungicidas necesita imperiosamente del uso se “semilla” sana y rotación de cultivos mayor a tres años, diseñando escenarios

productivos que involucren técnicas de manejo integrado (MI).

Marchitamiento y punta seca (*F. solani* f. sp. *eumartii*).

La evaluación de plantas enfermas en floración (tabla 5), mostró consistentes niveles patológicos durante 2011/12 a 2013/14, que, como en el caso de sarna negra se incrementan notablemente en las evaluaciones realizadas en tuberización, llegando a valores de incidencia del 52% en la última temporada. Todos los tratamientos químicos redujeron los síntomas patológicos registrados en el testigo inoculado, tanto en floración como tuberización para todos los años evaluados. En las temporadas 2011/12, 2012/13 y

2013/14, cuando la enfermedad fue más severa, se observan diferencias en los parámetros número y altura de plantas, dado que el testigo inoculado mostró menores valores que los tratamientos químicos.

Los altos valores de infección observados en el testigo inoculado en 2013/14 pueden atribuirse al éxito en la inoculación artificial sumado a la disposición del ensayo en el mismo lugar que estuviera tres campañas anteriores. Las condiciones de escasa humedad en el suelo a causa de falta de lluvias post-plantación favorecieron aún más el progreso de la enfermedad, principalmente en 2013/14.

Tabla 5. Plantas ⁽¹⁾ sanas y enfermas con sintomatología de marchitamiento y punta seca producido por *F. solani* f. sp. *eumartii* observado en los tratamientos evaluados.

Tratamientos / dosis (form./ha.)	floración		tuberización		Altura (cm)
	Número	Enfermas (%)	Número	Enfermas (%)	
2010/11					
Check inoculado	38 a	28 a	40 a	35 a	62
Acronis 50FS / 3.0	39 a	16 b	42 a	20 b	60
Acronis 50FS / 4.0	46 a	8 c	46 a	12 c	65
Amistar Top 32.5 SC / 3.0	41 a	12 bc	43 a	14 c	63
2011/12					
Check inoculado	32 b	25 a	40 b	33 a	52
Acronis 50FS / 3.0	38 ab	12 b	44 ab	18 b	58
Acronis 50FS / 4.0	46 a	10 b	50 a	10 c	65
Amistar Top 32.5 SC / 3.0	42 a	8 b	48 a	10 c	63
2012/13					
Check inoculado	25 b	20 a	28 b	40 a	55
Acronis 50FS / 2.0	35 a	10 b	35 a	20 b	55
Acronis 50FS / 4.0	37 a	0 c	40 a	5 c	59
Amistar Top 32.5 SC / 3.0	33 a	15 ab	36 a	20 b	60
2013/14					
Check inoculado	32 b	15.0 a	35 c	52.0 a	50
Acronis 50FS / 2.0	34 b	5.0 bc	40 bc	18.0 b	56
Acronis 50FS / 4.0	42 a	2.5 c	48 a	4.0 c	62
Amistar Top 32.5 SC / 3.0	44 a	8.0 b	48 a	20.0 b	61

⁽¹⁾Plantas de dos surcos centrales. Floración: 60 días de cultivo – Tuberización: 90 días de cultivo.

* Los promedios que tienen letras en común no difieren entre sí (P=0.05).

Cuando se evalúa el rendimiento de tubérculos comerciales (recibo) y totales (tabla 6), todos los tratamientos químicos superaron al testigo inoculado sin tratar durante todos los años de evaluaciones. Casi todos los años se observaron diferencias entre dosis de Acronis 50FS a

favor de la mayor de ellas, lo cual demuestra claramente que cuando la enfermedad fue más severa, mayores dosis del fungicida son necesarias para incrementar el tamaño de los tubérculos. No se observaron diferencias apreciables en rendimiento de tubérculos “semilla”. En

cuanto al análisis de la sanidad de los tubérculos, todos los tratamientos químicos registraron mayor cantidad de tubérculos

sanos superando sensiblemente al testigo inoculado sin tratar, en cada temporada.

Tabla 6. Rendimiento total de tubérculos y % de sanos y enfermos por *F. solani f. sp. eumartii* de los tratamientos evaluados.

Tratamientos / Dosis (lt. Form./ha.)	RENDIMIENTO (kg/parcela)				total	sanos (%)	bolsas/ha sano 40kg
	sano	enfermo	recibo	semilla			
2010/11							
Check	9.9 d	6.9 a	9.1 c	7.7 a	16.8 b	59.1	386
Acronis 50FS / 3.0	12.9 c	7.4 a	13.3 b	7.0 a	20.3 ab	63.4	503
Acronis 50FS / 4.0	20.0 a	3.9 b	16.8 a	7.1 a	23.9 a	83.8	780
Amistar Top 32.5 SC / 3.0	16.7 b	6.3 a	15.0 ab	8.0 a	23.0 a	72.7	651
2011/12							
Check	10.0 c	6.8 a	10.4 c	6.4 a	16.8 c	60.1	390
Acronis 50FS / 3.0	16.0 b	5.5 a	14.9 b	6.6 a	21.5 b	74.4	624
Acronis 50FS / 4.0	22.0 a	3.0 b	18.4 a	6.6 a	25.0 a	88.0	858
Amistar Top 32.5 SC / 3.0	16.9 b	4.9 ab	14.8 b	7.0 a	21.8 b	77.7	659
2012/13							
Check	12.0 d	6.4 a	12.2 c	6.2 a	18.4 b	65.1	468
Acronis 50FS 2.0	18.3 b	5.1 b	17.5 a	5.9 a	23.4 a	78.4	714
Acronis 50FS 4.0	22.5 a	2.9 c	18.9 a	6.5 a	25.4 a	88.8	878
Amistar Top 32.5 SC / 3.0	15.4 c	6.4 a	14.9 b	6.9 a	21.8 a	70.7	600
2013/14							
Check	7.0 c	9.7 a	8.9 c	7.8 a	16.7 c	41.9	273
Acronis 50FS 2.0	11.5 b	8.7 ab	13.3 b	6.9 a	20.2 b	56.9	449
Acronis 50FS 4.0	16.8 a	7.5 b	16.7 a	7.6 a	24.3 a	69.1	655
Amistar Top 32.5 SC / 3.0	10.9 b	9.9 a	13.1 b	7.7 a	20.8 b	52.4	425

* Los promedios que tienen letras en común no difieren entre sí (P=0.05).

Los valores de % de tubérculos sanos aumentaron consistentemente en todas las temporadas evaluadas por efecto de los tratamientos químicos. Este parámetro llegó a un promedio de 26% de rendimiento total de tubérculos. La importancia del inóculo residual de *F. solani f. sp. eumartii* existente en el suelo fue menor que en el caso de *R. solani*, dado que se necesita de las heridas naturales o provocadas para la infección. Durante la temporada 2013/14, muy conducente para la enfermedad, se obtuvieron los menores valores de tubérculos sanos, disminuyendo la eficiencia de los controles químicos que confirma la directa relación existente entre la rotación de cultivos y la eficiencia de control.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos con la publicación este trabajo de investigación.

Referencias citadas

Carmona, D., M. Huarte, G. Arias, A. López, A.M. Vincini, H.A. Alvarez Castillo, P. Manetti, E. Chávez, M. Torres, J. Eyherabide, J. Mantecón, L. Cichón and D. Fernández, 2003: Integrated Pest Management in Argentina, in Integrated Pest Management in the Global Arena, edited by K M Mareid, Institute of International Agriculture and Department of Entomology, Michigan State University, USA, D Dakouo, INERA, Burkina Faso (West Africa) and D Mota-Sanchez, Department of Entomology, Michigan State University, USA, 24:313-326.

Gudmestad N.C. A, B, R. J. TaylorA and J. S. Pasche, 2007: Management of soilborne diseases of potato. *Austr. Plant Patho.* 36, 109–115.

James, C. W., 1977: An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage'. *Can. Plant Dis. Surv.* 51: 2.

Mantecón, J.D., 2007: Control of potato black scurf by several fungicides soil application. *American Phythopathological Society. Plant Dis. Man. Report.* (1): V161.

Mantecón, J.D., 2008: Fungicide soil application efficiency for the control of black scurf (*Rhizoctonia solani*) on three potato cultivars. *J. Appl. Hort.* 10 (1): 146-148.

Mantecón, J.D., 2013: Studies on fungicide treatment of soil and seed tuber for control of potato black scurf (*Rhizoctonia solani* Khun) in Argentina. *J. Appl. Hort.* 15(1): 62-64, 2013.

Martin, C. and H. Torres. 1989. Control of *Rhizoctonia* and other soil-borne diseases of TPS. Pages 191-205 in: *Fungal Diseases of the Potato. Report of Planning Conference on Fungal Diseases of the Potato. Held at CIP, Lima, Peru. September 21-25, 1987.*

Tsrer, L. 2010: Biology, Epidemiology and Management of *Rhizoctonia solani* on Potato. *J. Phyto.* 158 (10): 649–658.