

## **Estudio preliminar de dos sistemas de riego por gravedad y su efecto sobre el rendimiento y la incidencia de podredumbre blanda en cebolla**

Ing. Agr. Baffoni, Patricia<sup>1</sup>; Ing. Agr. Varela, Patricio<sup>1</sup> e Ing. Agr. Zelaya, Carolina<sup>1</sup> ex aquo

<sup>1</sup> EEA INTA Hilario Ascasubi

### **Resumen**

La cebolla es la hortaliza más importante en el valle bonaerense del Río Colorado. Este cultivo tradicionalmente es regado por surco pero en los últimos años se observó un incremento en la superficie sembrada en tablón, también regado por gravedad. Al mismo tiempo aumentó la incidencia de podredumbre blanda (bacteriosis, acompañada en algunos casos por *Fusarium* sp.). Por tal motivo y ante la posibilidad que esto último se deba al cambio en el sistema de riego se realizó el presente ensayo. Los objetivos fueron: establecer la relación entre la eficiencia y tipo de riego y el rendimiento del cultivo. Evaluar la incidencia de la podredumbre blanda de la cebolla en sistemas de riego por gravedad, sembrados en tablón y surco. Las experiencias se llevaron a cabo en distintos establecimientos rurales. A cada productor se le solicitó que sembrara los dos sistemas en un mismo lote. Además se encargó que llevara un registro de: fecha de siembra, variedad utilizada, densidad de siembra, nombre y dosis de productos químicos, y cantidad de riegos. En cada lote se midió: caudal, tiempo de riego, lámina bruta y neta aplicadas, profundidad de mojado, eficiencia de aplicación del agua de riego, textura del perfil, longitud y pendiente del terreno y número de plantas por metro lineal. Por último se cosecharon tres sectores (cabecera, medio y pie) en ambos sistemas. En cada muestra se determinó el rendimiento y la incidencia de podredumbre blanda. Esta última se evaluó registrando el número de bulbos enfermos del total analizado a los 30, 60 y 90 días de realizada la cosecha. Los datos se analizaron estadísticamente mediante ANOVA ( $\alpha = < 0,05$ ) y las medias se compararon mediante el test LSD. Con respecto al rendimiento y podredumbre blanda no se observaron diferencias significativas entre el tablón y el surco. Adicionalmente, en sistema por surco, se detectó significativamente una menor incidencia de podredumbre blanda en la cabecera con respecto al pie.

Palabras claves: Sistemas de riego, surco, tablón, podredumbre blanda, cebolla

## Introducción

El Valle Bonaerense del Río Colorado (VBRC), ubicado en los partidos de Villarino y Patagones de la provincia de Buenos Aires, se caracteriza en su sector hortícola por la producción de cebolla. La misma se comercializa tanto para mercado interno como para exportación. En el año 2011 se exportaron de la Región Protegida Patagónica 196.232,19 Tn dentro del cual el VBRC fue la principal productora (FunBaPa, 2012). En el período de 1999 al 2010 este valle produjo el 92 % de lo que se exportó desde la región (FunBaPa, 2011).

Sin embargo en el año 2010 se incrementaron los rechazos en galpones de empaque a 8,15% siendo para el período de 1999 a 2009 entre 1,1% a 3,6%, del total certificado por podredumbre interna en bulbos de cebolla (FunBaPa, 2011). Durante las campañas anteriores al 2010 el principal problema de rechazo era por podredumbre basal, *Fusarium spp.*, no obstante en el año 2010 aumentaron notablemente las podredumbres internas por lo que los productores relegaron la importancia de *Fusarium spp.* a un segundo lugar.

En un trabajo efectuado por CORFO Río Colorado, Funbapa, INTA Hilario Ascasubi y la Universidad Nacional del Sur, se identificaron las bacterias que causaban las podredumbres internas, también llamadas podredumbres blandas. Pudo ser determinada la presencia de las siguientes bacterias: *Pectobacterium carotovorum*, (syn: *Erwinia carotovora*), *Serratia marcescens* y otras bacterias aún no identificadas (Kiehr *et al.*, 2011). Las bacterias que causan esta enfermedad ingresan a la planta por heridas y aberturas naturales y requieren agua libre sobre la superficie foliar para posibilitar este ingreso (Schwartz y Mohan, 1996).

A partir de la campaña 2009 – 2010 comenzó a aumentar el área de cebolla sembrada en tablón y regada por inundación en reemplazo de la siembra y riego en surco en el VBRC. La modificación consiste en reemplazar dos surcos de 0,80 m cada uno, en los cuales se siembran cuatro hileras de cebolla por camellón, por un tablón de 1,6 m con doce hileras distribuidas en 1,4 m de ancho. Cada siete a nueve tablones se construyen bordos para facilitar el riego por inundación. En el VBRC, tradicionalmente el sistema de surco se riega en lotes con pendientes entre 0,07 y 0,04 %, aplicando el agua durante un largo periodo de horas para permitir que por medio de capilaridad la humedad ascienda al centro del camellón. Como este proceso es muy lento se utiliza un gran volumen de agua y frecuentemente se observa que se producen inundaciones en el pie de surco. Para evitar este problema, en algunos casos, el productor descarga el exceso de agua en los canales de drenaje. En el sistema de tablón, la modalidad de riego es aplicar altos volúmenes de agua en un período corto de tiempo. En este sistema el productor interrumpe el suministro de agua antes que llegue al final del tablón, completándose el riego por el avance del remanente de agua debido a la pendiente del lote. La entrega de agua en ambos sistemas de riego se realiza mediante el uso de sifones.

Como consecuencia del aumento de la salinización de los suelos en el VBRC, durante la campaña 2008-2009, se produce un incremento de las hectáreas de cebolla sembradas en tablón en el ciclo productivo siguiente; siendo la superficie bajo este sistema del 37% (INTA, 2010). Además el nuevo sistema permite aumentar los rendimientos. Sin embargo en la campaña 2009-2010, los productores al desconocer la técnica de manejo del agua en el tablón riegan manteniendo el cultivo bajo agua durante muchas horas.

En coincidencia con el cambio de sistema aumenta la incidencia de podredumbre blanda en la cebolla. A partir de ese momento se comienzan a realizar diversos estudios sobre

podredumbre blanda en cebolla en el VBRC. Dentro de los mismos resulta necesario evaluar la relación que existe entre la forma de riego y la incidencia de esta enfermedad en cebolla.

### Objetivos

- establecer la relación entre la eficiencia y el tipo de riego y el rendimiento del cultivo.
- evaluar la incidencia de la podredumbre blanda de la cebolla en sistemas de riego por gravedad, sembrados en platabanda y surco.

### Materiales y métodos

La experiencia se llevó a cabo en 3 establecimientos rurales del partido de Villarino, del área del Valle Bonaerense del Río Colorado, durante la temporada 2011-2012. El diseño fue en bloques completos al azar, en donde cada campo fue considerado un bloque (Winzer y Camina, 2011).

La fecha de siembra, variedad utilizada y densidad de siembra en cada campo donde se realizaron los tratamientos (Tabla 1) fueron los siguientes:

Tabla 1. Manejo de los cultivos de cebolla sembrados en los campos de ensayo

	Campo 1		Campo 2		Campo 3	
	Tablón	Surco	Tablón	Surco	Tablón	Surco
Fecha de siembra	10/08/2011		15/08/2011		06/08/2012	
Variedad	Grano de Oro		Grano de Oro		Grano de Oro	
Densidad de siembra (kg/ha)	6,50	6,00	6,00	5,00	7,00	5,50

A cada productor se le solicitó que siembre en surco y tablones en un mismo lote. La finalidad de este pedido fue que los tratamientos, en cada bloque, tuvieran la misma historia del lote y tipo de suelo. Conjuntamente se le pidió que lleve un registro del manejo de cultivo: fecha de siembra, variedad utilizada, densidad de siembra, nombre y dosis de productos químicos aplicados. Asimismo el productor debía completar para cada riego realizado: fecha, N° y tamaño de los sifones utilizados y duración del riego.

Además en cada lote se midió: profundidad de mojado, textura del perfil, longitud, ancho y pendiente del terreno. Durante los riegos se determinó la diferencia de altura entre el pelo de agua de la acequia de riego y el centro de la descarga del sifón (carga hidráulica) y se corroboró el diámetro real de los sifones. Con todos estos datos se calculó: caudal (Q), tiempo de riego (T) y lámina aplicada (Lb) (Sánchez, 1993 y Cieza)

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = K \times s \times \sqrt{2g \times \Delta h}$$

K = Coeficiente de rozamiento

s = Sección

g = 9.8 m/s<sup>2</sup>

Δh = Carga hidráulica

$$Lb \text{ (mm)} = V_t / S \times 1000$$

Lb = Lámina bruta

$V_t$  = Volumen total aplicado

S = Superficie

El Volumen total aplicado ( $V_t$ ) se determinó mediante la ecuación:

$$V_t \text{ (m}^3\text{)} = Q \times N \times T$$

Q = Caudal

N = Número de sifones

T = Tiempo

Se tomaron muestras de los suelos en 3 profundidades: 0,00-0,20 m, 0,20-0,40 m y 0,40-0,60 m. Se determinó la textura, salinidad y materia orgánica de cada lote. Además se determinó la eficiencia de riego empleando la siguiente fórmula:

$$E \text{ (\%)} = (L_n/L_b) \times 100$$

$L_n$  = Lámina neta

$L_b$  = Lámina bruta

Siendo la lámina neta:

$$L_n \text{ (mm)} = (W_c - W_d) / 100 \times P \times \delta$$

$W_c$  = Capacidad de campo

$W_d$  = Punto de marchitez permanente

P = Profundidad

$\delta$  = Densidad aparente

A principios de febrero se realizó la cosecha en forma manual de 3,20 m<sup>2</sup> en la cabecera, medio y pie de los tablones y surcos. En cada muestra se determinó el rendimiento comercial, el cual es el resultado de la producción total menos el descarte de cebollas de diámetro menor de 0,035 m y aquellos bulbos enfermos, con plagas o deformes. Asimismo se determinó el porcentaje de incidencia de podredumbre blanda. Esta última se evaluó a los 30, 60 y 90 días de realizada la cosecha. El motivo de esto fue poder observar los síntomas típicos de la enfermedad, los cuáles corresponden a una pudrición acuosa que avanza desde el cuello por las catáfilas. Los datos de las tres fechas de evaluación de podredumbre blanda se sumaron y analizaron en forma conjunta, los mismos fueron expresados en porcentaje. Se compara los

valores de incidencia de la enfermedad entre surco y tablón y a su vez para cada sistema de riego entre la cabecera, el medio y el pie.

En el caso de la podredumbre blanda fue necesario transformar los datos expresados en porcentajes, a arco seno  $\sqrt{(x \% / 100) + 0,5}$ . El objetivo de dicha transformación se realizó con el fin de cumplir con el primer postulado de la varianza, el cual requiere que las observaciones respondan a una distribución normal y no a una distribución binomial. (Winzer, N y Camina, R 1999) (Steel, R y Torrie, J. 1985). El análisis estadístico se realizó sobre los valores transformados.

Los datos de eficiencia de riego, rendimiento comercial e incidencia de podredumbre blanda se analizaron estadísticamente mediante ANOVA ( $\alpha = < 0,05$ ). Las medias se compararon mediante el test LSD en aquellos casos en que el análisis de varianza dio significativo.

Para complementar el análisis se relacionaron los kilos de cebolla comercial producidos con los m<sup>3</sup> de agua utilizada. Dichos datos también fueron analizados mediante ANOVA y sus medias comparadas mediante el test LSD.

## Resultados y discusión

En la siguiente tabla (Tabla 2) se registraron los datos de riego, suelo, pendiente y longitud del lote.

Tabla 2. Parámetros de riegos y determinaciones físicas de suelo

	Campo 1		Campo 2		Campo 3	
	Surco	Tablón	Surco	Tablón	Surco	Tablón
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,00045	0,00750	0,00071	0,00510	0,00074	0,00660
Tiempo riego (h)	172,00	13,40	150,00	21,90	89,00	36,50
Nº Riegos	16		12		13	
Longitud del lote (m)	185,00	170,00	208,00		165,00	
Textura	franco		franco arenoso		franco arenoso	
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	1,30		1,40		1,40	
Capacidad de campo (%)	0,16		0,13		0,13	
Punto de marchitez permanente (%)	0,08		0,06		0,06	
Pendiente (%)	0,07		0,06		0,07	
Salinidad 00-0.20 m	5,69		1,07		2,54	
Salinidad 0.20-0.40 m	4,45		0,88		6,30	
Salinidad 0.40-0,60 m	5,39		0,97		6,72	
Materia orgánica 00-0.20 m	0,59		0,55		1,62	

En los campos 1, 2 y 3 se realizaron 16, 12 y 13 riegos respectivamente. Los valores totales obtenidos de lámina neta y bruta y porcentaje de eficiencia de riego se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Láminas y eficiencias de riego del ciclo del cultivo

Tratamiento	Campo	Ln (mm)	Lb (mm)	Ef (%)
Tablón	1	1248	1698	73,40
Surco	1		1874	66,50
Tablón	2	941	1950	48,00
Surco	2		2309	41,00
Tablón	3	1020	2325	44,00
Surco	3		1785	59,00

En la tabla 4 se presentan los valores promedio de eficiencia de uso del agua de riego para cada sistema de siembra y el rendimiento comercial.

Tabla 4. Eficiencia de riego y rendimiento comercial

Tratamiento	Valor medio de eficiencia de riego (%)	p-valor	Valor medio de rendimiento comercial (Kg/ha)	p-valor
Tablón	55,00	0,96	62639	0,12
Surco	55,50		45570	

Como el ANOVA dio no significativo no se realizó la comparación de medias. No se observaron diferencias en la eficiencia de riego entre los tratamientos de tablón y el surco. En cuanto al rendimiento comercial, a pesar que no se detectaron diferencias estadísticas se observó un mayor rendimiento en tablón. En coincidencia con otros trabajos (Pla y Martínez, 2007) no se encontró diferencia en rendimiento entre los sectores de cabecera, medio y pie en ambos sistemas.

En la tabla 5 se presentan los resultados de relacionar los kilos de cebolla producidos con los m<sup>3</sup> de agua utilizada y el resultado del análisis estadístico.

Tabla 5. Volumen de agua utilizado por tonelada de cebolla producida.

Tratamiento	m <sup>3</sup> de agua empleados por tn de cebolla producida	p-valor
tablón	341a	0,0095
surco	457 b	

\* Letras distintas en la columna indican diferencias significativas según el Test de LSD de comparación de medias con un error  $\alpha \leq 0,05$ .

Se pudieron detectar diferencias en el volumen de agua usado para producir una tonelada de cebolla en tablón y surco.

Los valores de incidencia de la podredumbre blanda expresados en porcentaje correspondientes a las tres fechas de evaluación fueron sumados y posteriormente analizados estadísticamente (tabla 6).

Tabla 6. Incidencia de podredumbre blanda en surco y tablón

Tratamiento	Valor medio (%)	p-valor
Tablón	11,00	0,60
Surco	11,30	

Debido a que el ANOVA dio no significativo no se realizó la comparación de medias. En los valores de incidencia de podredumbre blanda no se encuentran diferencias entre el surco y el tablón. Estos resultados contradicen el trabajo de encuestas y muestreos en campos de productores realizados en el año 2010 (Ancia *et al*, 2011), pero es necesario aclarar que ese año, sumado a la inexperiencia de los productores en el manejo del riego en tablones, se habían producido abundantes precipitaciones que demoraron la cosecha y dejaron los lotes inundados.

Cuando se compara dentro de cada sistema la incidencia de podredumbre entre los sectores de cabecera, medio y pie, se observa que solo el sistema de surco presenta diferencias significativas entre la cabecera y el pie (tabla 7 y 8). Esto puede deberse a la tendencia de acumularse agua en el pie del surco.

Tabla 7. Incidencia de podredumbre blanda en cabecera, medio y pie del sistema en tablón

	Campo 1	Campo 2	Campo 3	Valor medio	p
Podredumbre blanda cabecera (%)	2,36	3,02	7,03	4,14	0,40
Podredumbre blanda medio (%)	14,32	15,59	8,51	12,81	
Podredumbre blanda pie (%)	6,64	17,04	28,70	17,46	

\*Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el Test de LSD de comparación de medias con un error  $\alpha \leq 0,05$ .

Como el ANOVA dio no significativo no se realizó la comparación de medias.

Tabla 8. Incidencia de podredumbre blanda en cabecera, medio y pie del sistema en surco

	Campo 1	Campo 2	Campo 3	Valor medio *
Podredumbre blanda cabecera (%)	0,99	8,25	10,53	6,59 a
Podredumbre blanda medio (%)	11,00	6,39	20,59	12,66 b
Podredumbre blanda pie (%)	8,94	15,24	20,03	14,73 b

\* Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el Test de LSD de comparación de medias con un error  $\alpha \leq 0,05$ .

- Se pudo detectar que en el medio y pie del surco, donde había mayor acumulación y permanencia del agua, los valores de incidencia de la enfermedad fueron mayores. Esto se relacionó con el hecho que las bacterias para poder ingresar en la planta además de heridas o aberturas naturales necesitan agua libre. Además Schwartz y Gent mencionan la importancia de evitar el exceso de riego como medida de control en el desarrollo de esta enfermedad.

## Conclusiones

En las condiciones en las que se realizó el ensayo es posible concluir:

- No hubo diferencias estadísticas significativas entre el surco y el tablón con respecto a la producción comercial de cebolla obtenida y lámina de agua utilizada.
- A pesar de que las eficiencias de riego entre los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas significativas hubo una ventaja a favor del tablón ya que con menor cantidad de agua los rendimientos fueron similares
- No se observaron diferencias estadísticas de podredumbre blanda entre el surco y el tablón. Por lo tanto no se podría afirmar que el aumento de incidencia de esta enfermedad en los últimos años se deba exclusivamente al incremento de la superficie regada por tablón.
- Se observaron diferencias estadísticas de podredumbre blanda entre el medio y pie del surco y cabecera del mismo.
- A pesar de considerar que es necesario repetir este ensayo al menos en una campaña más, se puede recomendar evitar la permanencia del cultivo de cebolla en condiciones de encharcamiento para reducir la incidencia de podredumbre blanda en los bulbos.

## Bibliografía

ANCIA, V. P, BAFFONI, P. BARRENA, A. BESANO, V. HAAG, D. NEGRÍN, M. M. POLICANO, D GARCIA, U. GARCIA LORENZANA, M. L. MONTICO Y R. DELHEY. 2011. Epidemia de podredumbre blanda en cebolla, en el Valle bonaerense del Río Colorado: muestreos en campos de producción y encuesta a productores. XXXIV Congreso Argentino de Horticultura.. Septiembre 2011. Buenos Aires, Argentina. Libro de Resúmenes pp 493.

CIEZA CORONEL, L. (s. f.) Curso: Diseño de sistema de riego I. Facultad de Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional del Altiplano Puno. [En línea: <http://correo.inta.gov.ar/mail/dmailweb.exe> ] [Consulta: 13 de septiembre de 2012]

FUNBAPA. 2011. Certificando calidad para el mundo. Programa de certificación de cebolla fresca para certificación en origen. 1999 – 2010. [En línea: <http://www.funbapa.org.ar/cebolla/certificandocalidad.pdf> ] [Consulta: 11 de septiembre de 2012]

FUNBAPA. 2012. Anuario estadístico: cebolla. Egresos de cebolla en fresco fuera de la Región Protegida Patagónica. Enero – Diciembre 2011. [En línea: <http://www.funbapa.org.ar/statistique/anuario/cebolla/CEBOLLA%20ANUARIO%202011.pdf> ] [Consulta: 10 de septiembre de 2012]



INTA EEA H. ASCASUBI, CORFO RÍO COLORADO, FUNBAPA, DPTO DE ECONOMÍA UNS. 2010. Cebolla 2009/10. Superficie, variedades y tecnología. Villarino – Patagones. Buenos Aires. 8 p.

KIEHR, M. FRAYSSINET, S. ZAPPACOSTA, D. BAFFONI, P. ROMERO A. y POLICANO. M. 2011. Epidemia de podredumbre blanda, en el sur argentino. Estudios etiológicos. XXXIV Congreso Argentino de Horticultura.. Septiembre 2011. Buenos Aires, Argentina. Libro de Resúmenes pp 364.

PLA, M. y MARTÍNEZ, R. 2007. Estudio del riego por surco en cebolla para tres caudales diferentes de aplicación. Congreso Nacional del Agua. Mayo 2007. San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina. [En línea: <http://www.corforicolorado.gov.ar/archivos/estudioriegoporsurcoencebolla.pdf> ] [Consulta: 10 de septiembre de 2012]

SANCHEZ, R. 1993. Suelo, riego y fertilización en el cultivo de cebolla. Boletín técnico N° 3. INTA EEA H. Ascasubi.

SCHWARTZ, H. y MOHAN, S. 1996. Compendium of Onion and Garlic Diseases. American Phytopathological Society (APS). St Paul, Minnesota. 54 p

STEEL, R.G.D. y TORRIE J. H. 1985. Bioestadística: Principios y procedimientos. Segunda Edición (primera en español). McGraw- Hill. 622 p.

WINZER, N y CAMINA, R 1999. Fichas técnicas. Cursado de posgrado: Análisis de la Varianza, Universidad Nacional del Sur.

WINZER, N. y CAMINA, R. 2011. Taller de diseño experimental. H. Ascasubi, Buenos Aires.

SCHWARTZ, H. y GENT, D. Onion Bacterial Soft Rot. [En línea: [http://wiki.bugwood.org/HPIPM:Onion\\_Bacterial\\_Soft\\_Rot](http://wiki.bugwood.org/HPIPM:Onion_Bacterial_Soft_Rot) ] [Consulta: 4 de octubre de 2012]