

Boletín de la Asociación Argentina de
Fitopatólogos
ISSN: 2618-1932



Junio 2019. N°3

Camino A 60 cuadras Km 5 1/2 | X5020ICA - Córdoba - Argentina | TE: +54-351-4973636/4343 | Fax: +54-351-4974330
Contacto: aafitopatologos@yahoo.com.ar- <http://aafitopatologos.com.ar>

Minireview

PODREDUMBRES BACTERIANAS DE CEBOLLA EN ARGENTINA

SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS A MEDIANO PLAZO

Rolf Delhey¹, Mirta Kiehr¹, Ursula García Lorenzana², Carolina Bellacomo³, Verónica Caracotche³, Silvia Frayssinet¹, Malvina Zazzetta³, Cecilia Sosa⁴ y Edgar Kroneberger⁵

1. Dto. de Agronomía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca (retirado/a). 2. CORFO Río Colorado, Pedro Luro. 3. INTA, Hilario Ascasubi. 4. Funbapa, Mayor Buratovich. 5. SENASA, Mayor Buratovich

Resumen

El cultivo de cebolla en Argentina se ve afectado por aproximadamente 25 enfermedades de origen biótico de las cuales cinco se destacan por las importantes pérdidas económicas que ocasionan: mildiu (*Peronospora destructor*), raíz rosada (*Setophoma terrestris*), podredumbre basal (*Fusarium spp.*), carbonilla (*Aspergillus niger*) así como podredumbres bacterianas que se hicieron presentes con gran impacto en la región cebollera Sur, durante la última década. Se identificaron ocho especies bacterianas involucradas en su etiología. Se demuestra que las epidemias devastadoras están correlacionadas con abundantes lluvias en la época de la cosecha. Desde 2012/13 se realiza el seguimiento y monitoreo sistemático de lotes comerciales para obtener información sobre diversos aspectos de la productividad y sanidad del cultivo de cebolla en la zona. Se ha obtenido un gran caudal de datos actualmente en evaluación. Entre el germoplasma argentino no se encuentran materiales con un alto grado de resistencia a bacteriosis y el control químico es poco prometedor. Dado que las bacterias identificadas son muy versátiles y viven en diversos hábitats como agua, suelo, restos orgánicos y organismos vivos (plantas, animales y el hombre), se concluye que la rotación de cultivos posiblemente no resulte ser tan eficaz como en otras enfermedades. Como el agua juega un papel epidemiológico decisivo, el manejo de este factor constituye el aspecto central para encarar un manejo acertado de dichas podredumbres. A éste deben sumarse otros enfoques (variedades, fecha de siembra y de cosecha, sistemas de siembra y de riego, fertilización, agroquímicos etc). Entre los investigadores y técnicos de diversas instituciones públicas y privadas se está realizando un gran esfuerzo para investigar la problemática y lograr soluciones para la producción cebollera en el sur argentino.

La cebolla ocupa el tercer lugar en importancia, entre las hortalizas del país, luego de la papa y el tomate. Es además uno de los cultivos que más aporta a la exportación hortícola nacional. La producción comercial se ubica en tres macro-regiones: Centro-Norte (mayormente Santiago del Estero), Oeste (Mendoza, San Juan) y Sur (sur bonaerense, norte patagónico). En esta última se encuentra el Valle Bonaerense del Río Colorado (VBRC), por lejos la zona más extendida en el país, con un área sembrada que fluctúa entre 8.000 y 10.000 ha.

Las enfermedades constituyen el principal factor adverso a la producción y la comercialización de cebolla. En Argentina se han identificado unas 25 enfermedades, entre las cuales hay cinco que se destacan por su elevado impacto económico: mildiu (*Peronospora destructor*), raíz rosada (*Setophoma terrestris*), podredumbre basal (*Fusarium oxysporum*, *F. proliferatum*), carbonilla (*Aspergillus niger*) y podredumbre bacteriana (diversas bacterias).

La presencia de podredumbres de origen bacteriano en cebolla ha sido señalada a partir de la década del 1970, en varias localidades del país, nombrándose como agentes causales a *Pectobacterium carotovorum* (sinón. *Erwinia carotovora*), *Burkholderia cepacia* (*Pseudomonas cepacia*) y *B. gladioli* pv. *alliicola* (*P. gladioli* pv. *alliicola*). En el VBRC, las podredumbres bacterianas se han observado desde 1989 coincidiendo con el inicio de los estudios fitopatológicos en la zona. Por lo general se han presentado en un nivel bajo, aunque en años lluviosos se han registrado algunas pérdidas de consideración (Kiehr *et al.*, 1996). Al finalizar la temporada 2009-10, se evidenció una epidemia devastadora de podredumbre bacteriana en la zona. Se monitorearon las pilas de conservación en 97 campos de producción, registrándose una prevalencia de podredumbre bacteriana del 97 %, con una incidencia media de 11,5 % y un valor máximo de 42 % (Ancía *et al.*, 2011; Kiehr, 2011). Daños de similar envergadura se repitieron en 2014-15 y 2015-16 (Gráf. 1).

Es posible hacer un seguimiento del impacto de las diversas podredumbres de cebolla, gracias a los datos suministrados por la Fundación Barrera Patagónica, responsable del “Programa de Certificación en Origen de cebolla para exportación”. Esta institución ha registrado los rechazos de partidas de cebolla en plantas de empaque de la región protegida patagónica y los defectos que los motivaron, cubriendo los últimos 20 años (1999 a 2018) (Funbapa, 2018). De acuerdo a estos datos el motivo principal del rechazo lo constituyen las diversas podredumbres del bulbo. A partir de 2007 se nota un incremento de esas enfermedades. Mientras que la podredumbre basal dominaba ampliamente hasta 2008, a partir de 2009 es superada por la podredumbre bacteriana que es la principal responsable de los extraordinarios incrementos en 2010, 2015 y 2016 (Gráfico 1).

En el Gráfico 2 se pone en evidencia que las lluvias cercanas a la cosecha son un factor decisivo para el desarrollo de las podredumbres bacterianas. En temporadas de escasas precipitaciones se mantienen a un nivel relativamente bajo, mientras que en años de lluvias abundantes (2009-10, 2014-15, 2015-16) se observa un incremento explosivo. Esta respuesta dramática a la intensidad de las lluvias se limita a las podredumbres de origen bacteriano, mientras que el nivel de podredumbre basal aparentemente es poco influenciado por este factor climático. Asimismo, esta dinámica es propia de la última década, ya que en campañas muy lluviosas anteriores (1999-2000, 2000-01, 2003-04, 2005-06), no se registraron epidemias de consideración. Esto indica que, además de las lluvias de verano, debe haber otros factores co-responsables que participan en el incremento de las bacteriosis.

La influencia de las lluvias cercanas a la cosecha se refleja en el siguiente ejemplo: en un lote de cebolla de día intermedio se tuvo que interrumpir la cosecha luego de una precipitación de 42 mm. Las pilas de conservación formadas anterior y posteriormente a la lluvia arrojaron valores de incidencia de 18,0 y 38,3 % de podredumbre bacteriana, respectivamente.

El incremento de las podredumbres bacterianas no se limita al VBRC, sino que se extiende a otras zonas de la región cebollera Sur, como el Valle Inferior del Río Negro, la zona de Gral. Conesa y la de Choele Choel (G. Malizia, com. pers.). Por el contrario, las regiones Oeste y Centro-Norte son poco afectadas, por dos razones: 1. La región Sur es la que más ha sufrido el inusual

incremento de lluvias intensas de verano en los últimos años, condiciones que favorecen infecciones masivas por bacterias. 2. La producción de las variedades de día corto e intermedio en la región Centro-Norte y gran parte de la de Oeste, se comercializa inmediatamente después de la cosecha, lo que significa que eventuales infecciones latentes tienen poco tiempo para manifestar la podredumbre antes de su comercialización y consumo; en cambio, la producción de variedades de día intermedio a largo en la región Sur, se almacena durante varios meses lo que permite el desarrollo manifiesto de la podredumbre.

La preocupante situación en el VBRC ha intensificado la investigación y experimentación por parte de las instituciones regionales como CORFO Río Colorado, Funbapa, INTA Hilario Ascasubi, SENASA y Universidad Nacional del Sur, con la colaboración de asesores y técnicos privados y con el apoyo de los municipios de Villarino y Patagones y las asociaciones de productores. A partir de la temporada 2012-13 se está llevando a cabo el seguimiento y monitoreo exhaustivo de lotes comerciales, desde la siembra hasta fin de almacenaje, no sólo teniendo en la mira la podredumbre bacteriana sino también otras enfermedades, así como diversos aspectos de manejo. Esto da la posibilidad de hacer una “radiografía” de la situación, pudiendo comparar años, áreas geográficas, sistemas de siembra y de riego, alternativas de rotación, fechas de siembra y de cosecha, variedades y otros factores.

A partir de 2010 se están realizando estudios etiológicos mediante el aislamiento de cepas bacterianas a partir de bulbos con pudrición, pruebas de patogenicidad en bulbos sanos, estudios fisiológicos y el secuenciado del ADN bacteriano. Hasta la fecha se identificaron ocho especies involucradas en la etiología de podredumbre en el VBRC: *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella oxytoca*, *Pantoea* sp., *Pectobacterium carotovorum*, *Rahnella aquatilis* y *Serratia marcescens* (fam. Enterobacteriaceae), *Pseudomonas aeruginosa* (Pseudomonadaceae) y *Burkholderia cepacia* (Burkholderiaceae) (Kiehr *et al.*, 2011, 2014, 2015; P. Balatti, *in litt.*). Este conjunto de agentes que causan podredumbre en cebolla es similar a los hallados en las dos últimas décadas, en otras partes del mundo: América del Sur y del Norte, Europa, Asia, Oceanía y África. La mayor parte de estas bacterias son muy versátiles y viven en muy diversos hábitats: agua, suelo, restos orgánicos y organismos vivos, como diversas plantas y animales; varias de ellas son humano-patógenas. Analizando en conjunto la información disponible, se deduce que estas bacterias no dependen estrictamente de la cebolla para su supervivencia y se supone, en consecuencia, que la rotación con otros cultivos posiblemente no sea una medida tan eficaz de manejo como en raíz rosada y podredumbre basal.

Si bien cada una de las bacterias involucradas tiene propiedades específicas, también comparten muchas características, lo que permite hacer cierta generalización. Al estar presentes en distintos hábitats, las fuentes de inóculo pueden ser muy diversas. En el estado de Nueva York (EE. UU.) la fuente más común de las bacterias patógenas en cebolla es el suelo (Beer *et al.*, 2012). Muchas de esas bacterias viven y se trasladan en cuerpos de agua en superficie. Otras están presentes en plantas vivas infectadas y en sus restos. Por ejemplo, *P. carotovorum* infecta a diversas hortalizas (papa, tomate, zanahoria, lechuga, cucurbitáceas, crucíferas, etc.); otras bacterias de cebolla atacan a maíz, leguminosas y otras plantas, entre cultivos, malezas y silvestres. Algunas se transmiten por la semilla, bulbos o trasplantes de cebolla. Varias están asociadas y son transmitidas por el trips de cebolla (*Thrips tabaci*) y otros insectos. En Argentina, aún no se han realizado estudios sobre la importancia de cada una de esas fuentes, pero nuestra experiencia en el VBRC indica que las bacterias virulentas en cebolla deben ser consideradas como agentes endémicos, firmemente establecidos en muchos campos de la zona. En consecuencia, son en primer lugar las condiciones ambientales predisponentes las que desencadenan las epidemias de podredumbre bacteriana.

Las infecciones ocurren en el cultivo, por lo general hacia el final del mismo cuando las plantas están por entregarse y sus mecanismos de defensa se relajan. El lugar preferido de ataque son las hojas, en especial el falso tallo y el cuello, mientras sus tejidos aún están verdes. De ahí la podredumbre avanza hacia el interior del bulbo. Una vez terminado el curado (secado de catafilos externos) y cierre del cuello, un bulbo intacto ya no se infecta.

En primer lugar es el agua la responsable del traslado de las bacterias hacia la planta. Además, en situaciones de anegamiento las plantas se debilitan lo que facilita la penetración y posterior infección. Las bacterias ingresan principalmente por heridas, producidas por la acción del viento, la maquinaria, insectos y otros animales. Los frecuentes granizos en precosecha son el factor más contundente. Temperaturas elevadas, mayores de 30 °C, facilitan la infección y la posterior invasión del bulbo.

El tipo de síntomas varía con la especie de bacteria involucrada, pero esas diferencias no son tan evidentes como para basar el diagnóstico únicamente en ellos. Los síntomas pueden presentarse en el cultivo o en los bulbos cosechados. En la planta, se observan áreas decoloradas, blancuzcas, especialmente en las hojas centrales, más jóvenes. Estas áreas se expanden y pueden terminar con una pudrición blanda que se manifiesta especialmente en el pseudotallo (Fig 1) avanzando hacia el cuello. Plantas enteras pueden presentar muerte regresiva con síntomas de amarillez, marchitez y pudrición blanda acuosa (Fig 2). En los bulbos recién cosechados puede presentarse una exudación de líquido por el cuello (“pico de agua” o “cebolla meona”). Internamente, la pudrición avanza en forma basipetal en los catafilos carnosos invadidos a partir de su hoja correspondiente. En el inicio abarca a pocos catafilos individuales que pueden ser los internos o los subsuperficiales (Fig 3-6), de acuerdo a la especie de bacteria. El tejido afectado se torna de aspecto vítreo o cocido tomando una coloración amarilla, castaña o rojiza. Recién más tarde la pudrición tiende a generalizarse afectando a los demás catafilos lo que puede terminar en una masa acuosa maloliente. Con algunas de las bacterias patógenas, p. ej. *E. cloacae* y *P. aeruginosa*, los bulbos no muestran síntomas externos y la podredumbre se limita a una pudrición semihúmeda, castaño clara a oscura, en unos pocos catafilos del centro del bulbo. Con este tipo de manifestación resulta imposible realizar una selección eficiente durante el empaque.

Las diversas bacterias involucradas en la etiología de las podredumbres blandas difieren en cuanto al momento y lugar preferidos para manifestarse, pero el mayor daño ocurre en postcosecha. Como regla, se observa un continuo incremento de la incidencia en las pilas que puede extenderse hasta el final del almacenaje y la comercialización. En cambio, en la podredumbre basal (*Fusarium* spp.), la aparición de podredumbres nuevas en la pila cesa a fines de abril (Frascarelli *et al.*, 1998; Funbapa, 2018).

Las podredumbres bacterianas constituyen un conjunto de enfermedades de muy difícil manejo. Esto se debe, por un lado, a las deficiencias en nuestro conocimiento de estas enfermedades. Por el otro, hay consenso a nivel mundial de que el control químico es poco eficaz y que no se dispone de germoplasma con un alto grado de resistencia. Por lo tanto, el manejo debe recurrir a la integración de diversos enfoques de control. A su vez, las medidas a implementar deben ser compatibles con los otros componentes y factores del sistema de producción, incluyendo las otras enfermedades de la cebolla.

Es evidente el papel preponderante que juega el agua en el desarrollo de la podredumbre bacteriana, por lo tanto el manejo de este factor ocupa un lugar central entre las medidas a tomar. Aunque el productor no puede manipular el momento, el lugar y la intensidad de las precipitaciones, tiene herramientas para reducir el efecto adverso en su cultivo. Entre ellas figuran la elección de lotes con buen drenaje así como la siembra en camellones elevados. Debe cosecharse lo antes posible, dentro de los límites fisiológicamente recomendados, para reducir el riesgo de lluvias inoportunas. Para tal fin se puede consultar los pronósticos de lluvias. Hay que apuntar a la agilización de la cosecha. Siembras tempranas y variedades de día largo de mayor precocidad permitirán anticipar la cosecha.

Está bien documentado que el riego por aspersión aumenta la incidencia de podredumbres bacterianas, en comparación con el riego por gravedad (Teviotdale *et al.* 1989; McDonald *et al.*, 2004). Un compromiso válido es el uso de aspersión en el comienzo del cultivo que más tarde sea reemplazado por riego por gravedad, tal como lo practican algunos productores en el VBRC. Otra opción es el uso del riego por goteo, actualmente utilizado en la zona.

Durante el seguimiento y monitoreo de lotes comerciales, a lo largo de varios años, se compararon los sistemas de siembra en uso en el VBRC, el de camellones (ancho 0,7-0,8 m) y la siembra en plano (tablón de 1,6 m de ancho). Hubo mucha variabilidad pero no se presentaron mayores diferencias, de modo que de acuerdo a nuestros actuales conocimientos, los dos son viables.

Como ya se mencionó, existen dudas si la rotación de cultivos ejerce un control eficaz sobre las bacterias polífagas involucradas en las podredumbres de cebolla. Sin embargo, de ninguna manera se puede renunciar a esta herramienta, ya que es una medida imprescindible para el control de raíz rosada, podredumbre basal y otras enfermedades y plagas.

No se dispone de genotipos de cebolla con un alto grado de resistencia, pero se han identificado algunas variedades con resistencia relativa a *E. cloacae* (Schroeder *et al.*, 2010). En Argentina, el cv. Valcatorce INTA es algo menos susceptible a podredumbres bacterianas que Grano de Oro, quizás por tener un cuello más angosto.

Estudios realizados en los EEUU demuestran que siembras ralas dan lugar a un incremento de podredumbres bacterianas, en comparación con siembras algo más densas. Esto posiblemente se debe a que las plantas más distantes entre sí desarrollan un follaje abundante con un mayor número de hojas, lo que por un lado demora la entrega y, por el otro, complica el cierre del cuello. En consecuencia, el cuello resultante es más grueso y mal sellado, lo que facilita la infección y posterior invasión de los bulbos por las bacterias (Hoepting, 2012). Siembras exageradamente densas tampoco son recomendables, especialmente en riego por aspersión como se ha visto en ensayos en el VBRC.

Hay muchas experiencias que indican que una fertilización nitrogenada excesiva incrementa las podredumbres de origen bacteriano. La aplicación foliar de productos cúpricos, a veces en combinación con carbamatos como maneb, ejerce un control parcial de algunas de las bacterias. Es sabido, que muchas de las bacterias pronto desarrollan resistencia al cobre, tal como ocurre con *B. cepacia* (Mark *et al.*, 2002). Cabe aclarar que ciertos coadyuvantes químicos agregados a insecticidas facilitan la infección aumentando la incidencia de podredumbres bacterianas en cebolla (Hoepting y Beer, 2012-13).

Perspectivas a mediano plazo

Las experiencias de las décadas anteriores han mostrado que a mediano plazo se encuentra una forma de coexistir con las enfermedades, ya que los productores aprenden a manejar la situación y mitigar los efectos negativos de las epidemias. En el caso del mildiu ha sido la aplicación de los fungicidas correctos. Las mejoras en los esquemas de rotación han contribuido a mejorar la situación con podredumbre basal y raíz rosada. La incorporación de la variedad Grano de Oro, algo menos susceptible que Valcatorce, ha reducido la presión por parte de la podredumbre basal y la carbonilla.

No podemos predecir el futuro desarrollo climático del cual en gran medida dependerá la frecuencia y severidad de las epidemias de podredumbre bacteriana. De cualquier manera debemos estar preparados para esta situación. Para el caso, será primordial solucionar el problema del manejo del agua, acompañado por otros enfoques, tales como: identificación de cultivares más resistentes, sistemas y fecha de siembra, densidad de plantas, fertilización, fecha de cosecha. Para lograr estos objetivos es imprescindible que las instituciones a cargo de la investigación y la experimentación acompañen al sector productor cebollero.

Agradecimientos

La obtención de muchos de los datos presentados aquí sólo fue posible gracias a la desinteresada y eficiente colaboración de muchísimos colegas: una larga lista que lamentamos no poder exponer aquí. Nuestro agradecimiento va también a las instituciones públicas, municipios, asociaciones de productores etc. que apoyaron a las actividades desarrolladas.



Fig. 1: Podredumbre blanda acuosa en las hojas centrales más jóvenes del pseudotallo



Fig. 2: Muerte regresiva en planta



Fig. 3: Diversos tipos de podredumbre bacteriana en bulbos



Fig. 4: Podredumbre avanzando a lo largo de catafilos externos

A



B



Fig. 5: (A y B) Podredumbre avanzando en catafilos internos; nótese que los cortos catafilos centrales, que no poseen lámina, aún permanecen sin infección aparente

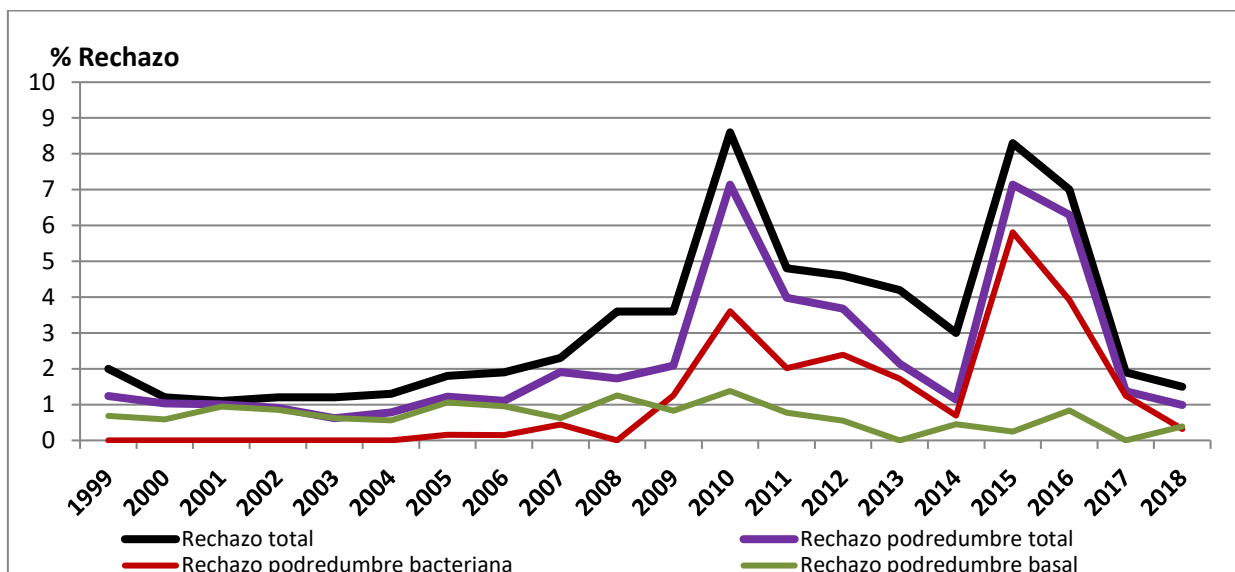


Gráfico 1: Rechazos totales, rechazos por podredumbre basal (*Fusarium* spp.), podredumbre bacteriana y podredumbre total (%) de partidas de bulbos de cebolla en la región cebollera sur. Calculado sobre la base de los datos elevados por FUNBAPA (2018).

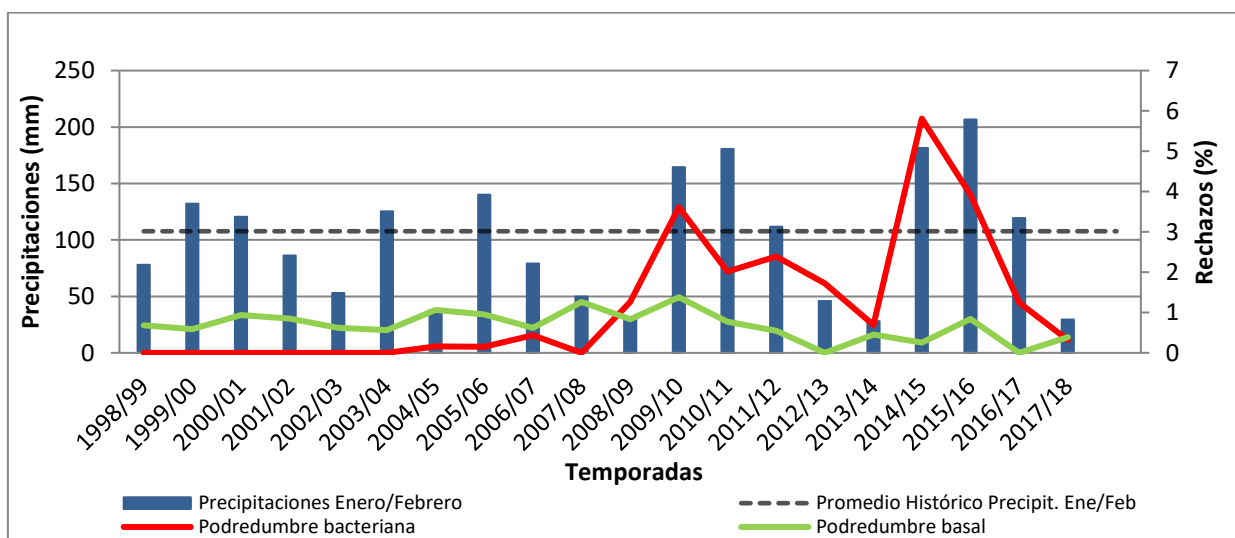


Gráfico 2: Rechazos por podredumbre basal (*Fusarium* spp.) y por podredumbre bacteriana (%) de partidas de bulbos de cebolla en la región cebollera sur versus precipitaciones (mm) en enero y febrero de cada temporada en Hilario Ascasubi. Fuentes: Funbapa y Estación Meteorológica del INTA H. Ascasubi (2018).

Referencias

- ANCIA V, BAFFONI P, BARRENA P, BESANO A, HAAG V, NEGRÍN D, POLICANO MM, GARCÍA D, GARCÍA LORENZANA U, MONTICO ML, DELHEY R. 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. Buenos Aires. Libro de Resúmenes 493.
- BEER SV, ASSELIN JAE, BONASERA JM, ZAID AM, HOEPTING CA. 2012. Better understanding bacterial onion diseases in New York. *Onion World* 28 (4): 18-22.
- FRASCARELLI A, AZPILICUETA A, KIEHR M, DELHEY R, MONTICO ML. 1998. El desarrollo de la podredumbre basal (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*) y bacteriana de la cebolla en almacenaje y la influencia de la fecha de cosecha. XXI Congreso Argentino de Horticultura. San Pedro. Resúmenes 112.
- FUNBAPA. 2018. Rechazos de cebolla en plantas de empaques de la Región Protegida Patagónica. Período 1999-2018. Funbapa. Pp. 1-5.
- HOEPTING C. 2012. Exploring the relationship between nitrogen, plant spacing and bacterial diseases of onion in New York. Proceedings from the Empire State Producers Expo Syracuse, N.Y. www.hort.cornell.edu/expo/2012proceedings.php
- HOEPTING C, BEER AS. 2012-13. Role of adjuvants in bacterial diseases of onions. Final Report. New York State Onion Research and Development Program. 12 pp.
- KIEHR M. 2011. Nuevos desafíos para la problemática de postcosecha en cebolla, en el sur argentino. 2° Congreso Argentino de Fitopatología. Mar del Plata. Libro de Resúmenes 59.
- KIEHR M, DELHEY R. 2007. Estrategias para el manejo de enfermedades de cebolla. *AgroUNS* 4 (7): 5-10.
- KIEHR M, DELHEY R, FRAYSSINET S, ANDERSON F, AZPILICUETA A. 1996. Enfermedades de cebolla en el Valle Bonaerense del Río Colorado, Argentina. *Horticultura Argentina* 15, 33-38.
- KIEHR M, FRAYSSINET S, AZPILICUETA A, KEES M, DETZEL M, ZAPPACOSTA D, DELHEY R. 2015. *Klebsiella oxytoca*, *Rahnella aquatilis* y *Pantoea* sp.: nuevas bacterias que causan podredumbre blanda en cebolla, en el Valle Bonaerense del Río Colorado. 38 Congreso Argentino de Horticultura, Bahía Blanca. Resúmenes 96.
- KIEHR M, FRAYSSINET S, AZPILICUETA A, REDONDO J, ZAPPACOSTA D, RAMOS CARRERO G, BAFFONI P, DELHEY R. 2014. Podredumbre blanda bacteriana en cebolla, en el sur argentino: dos nuevos agentes etiológicos. 37 Congreso Argentino de Horticultura. Mendoza. Resúmenes (CD).
- KIEHR M, FRAYSSINET S, ZAPPACOSTA D, BAFFONI P, ROMERO AM, POLICANO M. 2011. Epidemia de podredumbre blanda, en el sur argentino. Estudios etiológicos. XXXIV Congreso Argentino de Horticultura. Buenos Aires. Libro de Resúmenes 364.
- MARK GL, GITAITIS RD, LORBEER JW. 2002. Bacterial diseases of onion. En: RABINOWITCH HD, CURRAH L eds.): *Allium crop science: recent advances*. CAB International. Pp. 267-292
- MCDONALD MR, JAIME MA, HOVIUS MHY. 2004. Management of diseases of onions and garlic. En: NAQVI SAMH (ed.). *Diseases of fruits and vegetables. Diagnosis and management*. Volume II. Kluwer Academic Publishers. New York. Pp. 149-200.
- SCHROEDER BK, WATERS TD, DU TOIT LJ. 2010. Evaluation of onion cultivars for resistance to *Enterobacter cloacae* in storage. *Plant Disease* 94: 236-243.
- TEVIOTDALE BL, DAVIS RM, GUERARD JP, HARPER DH. 1989. Effect of irrigation management on sour skin of onion. *Plant Disease* 73: 819-822.