

Manejo Integrado de Enfermedades Bacterianas en cultivos extensivos¹

Dra. Ana M. Romero (FAUBA).

Nota publicada en Agronomía Informa (<http://agro.faua.info>) el 25/10/2007

Nuevas y viejas enfermedades bacterianas de reciente aparición en Argentina fue el tema central abordado por la Dra. Ana M. Romero (Cátedra de Fitopatología FAUBA). Se trata de patologías que no se registraban hace dos o tres años atrás en el país, junto con otras afecciones que incrementaron su accionar sobre los cultivos extensivos en el mismo período.

Como consecuencia del cambio climático y de la utilización de híbridos o variedades nuevas, infecciones desconocidas puedan llegar a representar un problema para los rendimientos en un futuro cercano. Y según Romero, esta situación resulta un verdadero desafío para quienes se encuentran trabajando en el manejo de las enfermedades bacterianas de soja, girasol y maíz.

"Las bacterias en condiciones ideales se duplican aproximadamente cada veinte o treinta minutos. Si hacemos esa cuenta a lo largo del tiempo, manteniendo las condiciones ideales (obviamente son condiciones de laboratorio donde no hay deficiencia de nutrientes en ningún momento) podríamos ver que al cabo de doce horas, a partir de una bacteria pasamos a tener setenta mil millones de células. Imaginen la cantidad de inóculo que ello representa. Además, piensen que una tasa de mutación normal de una bacteria, (de por sí, relativamente baja) con esta tasa de multiplicación aumenta su importancia y aparecen espontáneamente variantes de las bacterias. Entonces, en el campo encontramos poblaciones diversas de las bacterias cuyo predominio responderá a las mejores adaptadas al ambiente al que nos refiramos. Por eso, uno de los problemas para el manejo de las bacteriosis corresponde a la alta tasa de la multiplicación de la bacteria. Y asociado a ella, la alta tasa de frecuencia de mutantes. No es que suba la tasa de mutación, sino que se encuentra mutante en números más altos".

Luego de señalar este primer elemento problemático, la docente-investigadora pasó a detallar otras dificultades a superar: al contrario del caso de los cultivos intensivos, en la producción extensiva no se puede pensar en utilizar antibióticos. Y a diferencia del manejo de enfermedades causadas por hongos, existen muy pocos productos químicos disponibles para el manejo de las actividades bacterianas. "Nos queda un solo recurso -afirma la especialista-: el uso de productos derivados del cobre, evaluando si realmente es conveniente desde el punto de vista económico. Si bien no existen evaluaciones de tratamientos con cobre en cultivos de soja, se realizaron experiencias en poroto para el manejo de la mancha causada por *Xanthomonas*, con tratamientos cúpricos durante el período previo a la floración. Como las enfermedades bacterianas empezaron a ser un problema cada vez más grave, sobre todo la pústula, habría que pensar en usar esos modelos de porotos para ver si los productos cúpricos se pueden utilizar en el caso de la soja. Nadie sabe exactamente qué disminución de los rendimientos provocan estas bacteriosis en la Argentina, porque todavía no hay ensayos donde se hayan relacionado severidad de enfermedad con rendimiento".

¹ Publicado en Agronomía Informa-FAUBA (<http://agro.faua.info>)

Pensando más a futuro, se abren otras alternativas como por ejemplo el uso de inductores de la resistencia con productos que no son ni fungicidas ni bactericidas. Con el objetivo de mantener el sistema de defensa activo antes de que llegue el patógeno, estos inductores se aplican para que esa planta pueda controlar mejor el ataque. En Europa y Estados Unidos existen y se comercializan.

Lo mejor es prevenir

Pero mientras tanto, en el presente, resulta extremadamente importante la prevención. Es decir, evitar directamente que aparezca un problema de bacterias en los cultivos, debido a que una vez que aparecen, es muy difícil de controlar y manejar. Máxime, si tenemos en cuenta que prácticamente no hay productos químicos como los fungicidas en el caso de los hongos.

Consecuentemente, como primera medida de prevención, se recomienda usar semillas libres de bacterias. Así, se evita ingresar con las bacterias por primera vez al campo. Y si el año anterior se hubieren registrado problemas, se deberá incorporar el rastrojo o hacer rotaciones, en caso de un planteo de siembra directa.

"Con cualquiera de las dos medidas -afirma Romero-, en la mayoría de los casos con un año es suficiente para que desaparezca el problema. Si este año ya tenemos enfermedad en el cultivo, entonces, hay que evitar entrar con maquinaria mientras el cultivo esté mojado, es decir que no hay que entrar en presencia de rocío, para evitar la transmisión de planta en planta. Si se va a usar riego, en ese caso es especialmente importante usar semillas libres, aún cuando tengan niveles de infección muy bajos porque las bacterias van a ser dispersadas por el riego por aspersión que además va a asegurarles su ingreso en el tejido. Donde haya y sea posible, es conveniente usar variedades resistentes o por lo menos tolerantes".

Principales enfermedades en soja

Tizón, la pústula y el quemado bacteriano constituyen las principales enfermedades en nuestro país. Las tres son foliares y dentro de ellas, la que suele referirse como la más importante es el tizón bacteriano que es causado por *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* (= *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*).

Romero comentó que durante los últimos diez años, con el avance de la biología molecular, hubo un reacomodamiento y una reclasificación dentro de las bacterias fitopatógenas. Por ejemplo, el género *Pseudomonas*, fue reclasificado en varios géneros diferentes. Había bacterias que parecían *Pseudomonas* y habían sido agrupadas dentro de ese género, pero actualmente están divididas en otros, como por ejemplo *Rastonia* y *Acidovorax*. Además también hubo reclasificaciones dentro del género y, por ejemplo, el tizón bacteriano antes se afirmaba que era causado por *Pseudomonas syringae* y ahora se habla de *Pseudomonas savastanoi*.

Tizón bacteriano

El tizón bacteriano aparece en la bibliografía como la afección más común en todo el mundo y también en Argentina. Causa lesiones en hojas que al principio pueden ser de color

verde oliváceo, Si se las mira a trasluz son traslúcidas y acuosas, luego en el centro se necrosan y toman un color marrón. Alrededor de esa necrosis aparece un halo traslúcido y acuoso que después se transforma en un halo amarillo muy intenso porque esta bacteria produce una toxina que es la responsable de esta clorosis.

Generalmente, las hojas del estrato superior (al mismo tiempo, las hojas más nuevas) son las más susceptibles. Debido a estas necrosis y a que a veces las lesiones comienzan a coalescer, esos tejidos por la acción del tiempo se empiezan a quebrar y toman un aspecto de rasgado. La temperatura óptima para que se declare la enfermedad es de alrededor de 22 o 23 grados, por lo cual esta bacteria tiende a desaparecer, por encima de los 27 grados, frenándose su evolución con altas temperaturas. Hay casos de pérdidas en los rendimientos por causa de la enfermedad. Existen varias razas del patógeno y el hecho que haya razas implica que hay genes de resistencia que se podrían usar para el manejo de esta enfermedad.

Como se afirmó más arriba, la semilla es una de las fuentes de inóculo. La infección se puede producir cuando están en la vaina pero también durante la cosecha porque las semillas pueden ser infestadas exteriormente. Entonces, de esta manera se introduce por primera vez el inóculo en un campo donde no existía. Una vez que ya tenemos el problema (por ejemplo del año anterior) la bacteria puede sobrevivir en los rastrojos en superficie. En general casi ninguna de estas bacterias sobrevive en el suelo libre.

En los rastrojos no se multiplican sino que tienden a disminuir en número a lo largo del tiempo. Si se hacen rotaciones, esta bacteria va a tender a desaparecer. Además si desaparece el rastrojo, obviamente, desaparecerá la bacteria. Si incorporamos el rastrojo, aparece la bacteria. Si las condiciones ambientales no son favorables, puede ser que no haya síntomas pero la bacteria está como epífita y eso significa que vive sobre la superficie de las hojas sin causar daño, solamente va a ingresar en los tejidos cuando las condiciones ambientales sean favorables y entonces, sí va a haber daños.

Todas las bacterias se dispersan por el agua, por lo tanto la infección está muy relacionada con las lluvias o con el riego por aspersión que -al salpicar a las bacterias- actúa como agente de dispersión y al mismo tiempo, facilita el ingreso al dejar la superficie de las hojas mojadas. Como las bacterias necesitan agua libre sobre la hoja para poder nadar y así entrar por estomas o heridas, las lluvias frecuentes constituyen la primera condición predisponente. Lo mismo sucede con el granizo (siempre que haya heridas va a haber mucho más daños) y con temperaturas frescas de entre 21 y 27 grados. También puede haber transmisión de planta a planta, entre ejemplares vecinos por contacto directo.

Pústula bacteriana

La segunda enfermedad en importancia es la pústula bacteriana. Causada por una bacteria del género *Xanthomonas*. Ataca también las hojas del estrato superior y -generalmente- es más común al final del ciclo de cultivo porque las condiciones óptimas de temperatura para esta bacteria se da con registros más altos, razón por la cual su desarrollo no se frena por temperaturas altas. Hay casos de pérdidas en los rendimientos evaluados en Estados Unidos, y sobre todo en India porque allí es un problema bastante serio. Afecta el

rendimiento, al disminuir el número de granos, su peso y su calidad porque se reduce la cantidad de proteínas por grano.

Sus lesiones en general son necróticas, no presentan un halo amarillo sino una pústula parecida al caso de la roya. "Curiosamente -comentó la especialista-, estoy recibiendo muestras de Misiones, Santiago del Estero, Chaco, Santa Fe y Buenos Aires, entre otros lugares, preguntando si realmente son bacterianas porque no ven pústulas. En todos los casos, yo veo *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* -aunque por algún motivo no se esté manifestando el síntoma de la pústula- pero en la mayoría de los casos estamos ante pústula y no tizón. Contrariamente a lo que indica la bibliografía, mi experiencia personal es que la pústula es más frecuente que el tizón. A veces, la bacteria sale al exterior como masas mucosas que cuando se secan aparecen como costras, pero otras veces se ve brillo sobre las hojas. En lugar de verse una pústula, se observa un centro más oscuro, más negro en las lesiones".

Ocasionalmente, la pústula se la confunde con otras enfermedades en soja, como por ejemplo la mancha marrón, pero esta patología tiene un halo amarillo y la lesión es más grande, de color marrón castaño. También se la puede confundir con la pústula de la roya asiática, por eso se requiere observar las pústulas con lupa; si están abiertas y hay uredosporas, no se trata de pústula bacteriana. Paradójicamente, esta patología no hace honor a su nombre porque generalmente no se ven pústulas.

Las semillas son fuente de inóculo importante, pueden ser tanto infectadas como infestadas en el campo. Otra vez, en los rastrojos en superficie las bacterias fitopatógenas compiten muy mal con los microorganismos del suelo. Así que una vez que se incorporan los rastrojos al suelo, la bacteria tiende a desaparecer ya que son muy malas saprófitas. En las zonas cálidas como Brasil, el rastrojo no se considera una fuente de inóculo. Si se siembra soja un año y se repite el cultivo al verano siguiente, durante el invierno el rastrojo se descompone y la bacteria desaparece. En cambio, en zonas frías como en Carolina del Norte (Estados Unidos) donde los rastrojos se consideran una fuente importante de inóculo porque los inviernos son más intensos, hay menor actividad de microorganismos en el suelo y entonces, los rastrojos no se descomponen y la bacteria sobrevive allí. Hay algunos casos de plantas voluntarias de soja que pueden actuar como fuente de inóculo y también de algunas pocas malezas pero que no parecen tener un rol mayor en la epidemiología.

Además de las lluvias, del riego por aspersión o eventualmente el contacto entre plantas, la pústula necesita temperaturas cálidas, siendo las óptimas entre 30 a 33 grados. Este rango diferencia a esta enfermedad del tizón, cuya evolución se frena a los 27 grados.

Quemado bacteriano

Tercera en orden de frecuencia, pero muy detrás de las otras dos, el Quemado bacteriano, causado por *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*, produce una necrosis en parches más bien grandes y un halo -en ocasiones más verdoso o más amarillo- que se debe a la acción de una toxina. "Siempre que vean un halo amarillo alrededor de una lesión bacteriana, -explicó Romero- es porque esa bacteria produce toxinas al igual que otras muchas *Pseudomonas*. Si las condiciones ambientales son de humedad baja, las lesiones generalmente quedan limitadas en

su tamaño. Pero si los niveles de humedad aumentan y son favorables a la enfermedad, esas lesiones siguen agrandándose a diferencia de las otras dos bacteriosis donde las lesiones se podrán juntar pero cada lesión es chica. En este caso, las lesiones siguen avanzando, pueden tomar porciones de tejido bastante grande. Esta enfermedad es muy poco frecuente. Se transmite de igual manera que las anteriores, sus condiciones predisponentes son similares a estas enfermedades de fin de ciclo y es detectada con alguna frecuencia en Misiones.

Recomendaciones de manejo

Como todas las bacterias que causan enfermedades en soja sobreviven de la misma manera, de igual modo se pueden agrupar con respecto al manejo. Por lo tanto se recomiendan tomar las siguientes medidas:

1- Usar semillas libres de bacterias.

2- Si el año pasado se registraron problemas de bacteriosis en el cultivo, hacer rotaciones o incorporar el rastrojo en el suelo. Cualquiera de estas dos medidas logra que desaparezca el rastrojo y con él las bacterias.

3- Si las dos primeras medidas fallaron o no se implementaron y existe una amenaza declarada, las recomendaciones son:

i) no entrar con maquinaria cuando el cultivo todavía esté mojado -por ejemplo por rocío- porque así se favorece la dispersión de la bacteria dentro del cultivo.

ii) hacer una evaluación en cada zona para determinar qué variedades resultan resistentes o, por lo menos, de buen comportamiento con respecto a las bacteriosis y elegir así la que mejor se adapte.

Principales enfermedades en girasol

Muchas enfermedades bacterianas se registran en el cultivo de girasol pero las que aparecen con mayor frecuencia en la Argentina son: clorosis apical, causada por *Pseudomonas syringae* pv. *tagetis*; y podredumbre del capítulo y del tallo, causada por bacterias del género *Pectobacterium*, que antes eran clasificadas como pertenecientes al género *Erwinia*.

En la Argentina, aparecen lesiones en tallo causadas por *Xanthomonas*, que no son frecuentes en otros países. Romero comentó que sólo se las encontró en Taiwan y que en otras regiones del planeta no representan un problema. También existen manchas foliares, pequeñas lesiones necróticas en las hojas causadas por distintas bacterias del género *Pseudomonas* como *Pseudomonas syringae* pvs. *helilanti*, *mellea*, y *aptata*, y *Pseudomonas cichorii*, frecuentes en otros países. Todas causan síntomas muy parecidos y sólo son distinguibles si se las aísla para realizar un aislamiento para establecer así cuál de todas está presente. Además, aparecen otro tipo de patologías que se manifiestan puntualmente en un país, en una situación muy especial pero que revisten un serio nivel de compromiso, como son los marchitamientos bacterianos. Eventualmente, aparecen también fitoplasmas que causan los amarillamientos del aster.

Podredumbre del tallo y capítulo

El proceso de la podredumbre del tallo y del capítulo comienza cuando la bacteria entra a los tejidos por heridas producidas por pájaros, insectos (pueden transportar a la bacteria ocasionalmente aunque no sean verdaderos vectores), o por efecto del granizo. Esta enfermedad también se ve favorecida por temperaturas altas y por períodos lluviosos y húmedos. Tanto en capítulo como en tallo, *Pectobacterium* (*Erwinia*) da muy mal olor, el tejido se percibe blando al tacto y oscurecido. Si las podredumbres avanzan en el tallo, la planta se pierde totalmente.

La fuente del inóculo son principalmente los rastrojos. A diferencia de las *Xanthomonas*, esta bacteria sobrevive en los rastrojos (si bien no libre en el suelo) porque tiene mayor capacidad de competencia frente a los microorganismos del suelo, produce mucha más enzimas que las otras y entonces puede competir mucho mejor y -además-, se la ha encontrado en muchos casos en el agua superficial de riego, que puede ser una fuente importante de inóculo.

Clorosis apical

Clorosis apical es la segunda enfermedad con mayor frecuencia en la Argentina y quien la haya visto no la olvida porque es muy llamativa. Abstrayendo sus efectos nocivos, hasta podría calificársela como "linda" u "ornamental". Las plantas -sobre todo las pequeñas- toman un color amarillo muy intenso.

La bacteria se transmite por semillas, dándose en esos casos una clorosis muy fuerte. El tejido blanco o amarillo de algunas plantas indica la presencia de la bacteria produciendo una toxina que inhibe la síntesis de ARN de cloroplastos. Como no se forman cloroplastos, el tejido queda totalmente amarillo. A veces se lo confunde con exceso o deficiencias de algún nutriente. Si las plantas fueron infectadas en el estado de plántula o si la transmisión fue por semillas, las consecuencias suelen ser nefastas porque las plantas pueden morir o quedar reducidas en su tamaño, afectando su rendimiento individual. Una curiosidad es que las hojas nuevas del cultivo salen verdes, lo cual induce a pensar que la clorosis y el problema desaparecieron, pero si el ataque fue grave, la plántula va a ser de menor tamaño, tendrá capítulos más chicos y registrará un menor rendimiento".

"Esta bacteriosis se transmite por semillas y malezas. El Tagetes es otro hospedante y puede ser fuente de inóculo de esta bacteria. En otros países, se afirma que persiste en el suelo y no sólo en el rastrojo. Nosotros hemos hecho ensayos en la Universidad de Luján y no pudimos demostrar transmisión de un cultivo al siguiente por rastrojos. Así que en Argentina no está demostrado que pueda persistir en rastrojos y mucho menos en el suelo" -aclaró Romero-.

Las condiciones predisponentes son las lluvias frecuentes y las temperaturas bajas. Generalmente, las temperaturas óptimas de las *Pseudomonas* son bajas, al revés de las *Xanthomonas* cuyas temperaturas óptimas son más altas. La dispersión de esta bacteria, como en las demás, se produce por la acción del viento, la lluvia y el riego por aspersión. Como se transmiten por semillas, el primer consejo de manejo de estas enfermedades consiste en tener

semillas libres de patógeno. Y el segundo es hacer rotaciones; en el caso de *Erwinia* que sobrevive en los rastrojos, además de hacer rotaciones hay que incorporar los rastrojos al suelo. El tercero es evitar hacer labores cuando el follaje esté mojado y el cuarto -sobre todo en el caso de podredumbre de capítulo de girasol- es evitar el daño de insectos, porque actúa como puerta de entrada de la bacteria.

Principales enfermedades en Maíz

El maíz tiene muchas enfermedades bacterianas. Romero las clasificó en dos grupos. Las primeras son las que producen podredumbre, marchitamientos o achaparramientos; y las segundas, las que causan enfermedades foliares.

Podredumbre del tallo

Dentro de las primeras, la podredumbre bacteriana del tallo en el ápice del maíz es causada por una bacteria que antes se conocía como *Erwinia*. Así, *Erwinia carotovora* fue reclasificada como *Pectobacterium Erwinia chrysanthemi*, como Dickeya, y *Erwinia dissolvens*, como Enterobacter. Antes era más simple: todas eran Erwinias. En cambio, ahora existen tres géneros que pueden causar podredumbre en maíz. De las tres, las dos primeras son las más importantes; la tercera, en realidad se puede encontrar en los tejidos, pero no es seguro que sea el patógeno principal y que no sea un saprófito secundario que entra una vez que ya entraron los otros.

El achaparramiento de maíz es causado por un Spiroplasma, es decir, una bacteria que no tiene pared y se transmite por insectos vectores. Existen además fitoplasmas, otras bacterias que no tienen pared.

Las podredumbres en maíz, que atacan el tallo al ras del suelo, causan una podredumbre blanda: el tallo cambia de color, se pone verde oscuro, después va tomando un color castaño, la planta se termina volcando a la altura del cuello y despiden un olor desagradable. En el caso de los maíces que se riegan por aspersión, estas podredumbres se suelen ver en el ápice. Por eso, se llama podredumbre del ápice del maíz. Porque en ese caso la bacteria puede entrar en la parte superior de la planta y causar podredumbres en ese sector.

Enfermedades foliares

Dentro de las que atacan las hojas, existen tres manchas: la mancha, la lista y la estría. La mancha causada por *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*; la lista también llamada rayado, causada por *Pseudomonas andropogonis*, que ahora se denomina *Burkholderia andropogonis* y la estría originada por *Xanthomonas vasicola* pv. *holcicola*. Estas tres enfermedades también se registran en sorgo. Sus lesiones son relativamente chicas, menores a un centímetro, de forma redondeada u ovals; al principio son de color verde oscuro y luego un color amarronado.

En general, cuando se trata de enfermedades causadas por bacterias y están en la primera etapa del verde oscuro, si se las mira a trasluz, son traslúcidas y eso nos da la pauta de que es una bacteria. Después ya se necrosan y entonces aparece el tejido con estrías de color

castaño rojizo. Muchas veces no es fácil distinguir en las hojas entre estas manchas causadas por bacterias y otras que son causadas por hongos. Para tener la certeza de que se trata de una bacteria debe hacerse un aislamiento.

Por otra parte, existen otras patologías como por ejemplo, la mancha chocolate, citada sólo en Estados Unidos, cuyo patógeno ataca principalmente a la avena y aparece sobre todo en suelos deficientes de potasio.

Mal de Stewart

"La bacteria *Pantoea stewartii*, causante del mal de Stewart, está en la lista de enfermedades cuarentenarias. Fue encontrada por primera vez en Estados Unidos, después pasó a Canadá, México, Puerto Rico, Costa Rica, Guyana, Brasil y ya está en Bolivia, con lo cual se estima que próximamente llegará a la Argentina. Pese a tratarse de una bacteria con pared es transmitida por un vector, siendo esta enfermedad uno de los pocos casos donde hay un vector verdadero.

Los vectores son comunes en las bacterias que no tienen pared. La bacteria sobrevive en el coleóptero porque inverna en él. El coleóptero causa la primera infección en primavera y después causa reinfecciones. Esta bacteria también se puede transmitir por semillas. O sea que también la enfermedad puede iniciarse con un cultivo enfermo a partir de semilla" -, explica Romero-.

En etapas tempranas de enfermedades sistémicas, como es este caso, aparece primero un rayado total de las hojas de color verde claro que después se necrosa y se terminan marchitando para finalmente provocarse la muerte de la planta. Los entrenudos son muchos más cortos que lo normal. Si el coleóptero llegó más tarde al cultivo, entonces se observarán lesiones localizadas, hay estrías en las hojas de color verde claro al principio que después se necrosan, pero las lesiones ya son localizadas y generalmente se ven que empiezan donde está el daño por donde comenzó a comer el coleóptero.

La forma de manejar esta bacteria consiste en - al igual que los casos precedentes- no utilizar semillas infectadas y en actuar sobre el vector. En Estados Unidos hay sistemas de alarmas: si durante los tres meses de invierno, la temperatura media diaria es inferior a los -3º, no sobrevive ningún coleóptero. Si las temperaturas fueron superiores, entonces hay coleópteros sobrevivientes, con lo cual recomiendan usar variedades resistentes o insecticidas.