

INTERACCIÓN ENTRE NEMATODOS DEL QUISTE DE LA SOJA Y SÍNDROME DE LA MUERTE REPENTINA EN ARKANSAS

La entrevistada presenta algunos de los resultados de su trabajo de investigación, que recibiera el Primer Premio en la 83° Reunión de la Southern Division of American Phytopathological Society en 2006

En 2001 empecé mi doctorado en el departamento de Plant Pathology de la Universidad de Arkansas, en el laboratorio de Dr. John Rupe, a quien conocí luego de trabajar varios años en la Sección Fitopatología de INTA Pergamino, a través del Dr A. Ivancovich, uno de los mentores fundamentales de mi carrera profesional. El tema de mi tesis doctoral consiste en encontrar y caracterizar diferentes factores bióticos que influyen en el desarrollo del síndrome de la muerte repentina. Entre estos factores mis principales esfuerzos se concentran en 3: la diversidad geográfica de los aislamientos, la variación en resistencia varietal y el efecto del NQS en el desarrollo de la enfermedad. La siguiente presentación se centra en este último aspecto. Presento además resultados de mi trabajo en el tema (trabajo en vías de publicación. Giammaria, S.L. and Rupe, J.C. 2006).

El síndrome de la muerte repentina

(SMR) de la soja es una enfermedad fúngica causada por un complejo de hongos de suelo de la especie *Fusarium*. Descrita por primera vez en Arkansas en 1971, desde entonces se ha detectado en los principales países productores de soja, convirtiéndose en un problema recurrente en las diferentes regiones sojeras de Estados Unidos (EEUU), Brasil y Argentina.

Después de una larga controversia, en 1997 se convino en denominar al agente causal como *Fusarium solani* f.sp. *glycines*. Recientemente, nuevos estudios morfológicos y moleculares determinaron que 4 diferentes especies estarían asociadas al SMR: *F. virguliforme*, *F. tucumaniae*, *F. brasiliense* y *F. cuneirostrum*. Actualmente, en EEUU, solamente *F. virguliforme* esta asociado al SMR; sin embargo, las 4 especies han sido encontradas en diferentes regiones de Brasil y Argentina.

La enfermedad debe su nombre a la rapidez con la cual los síntomas foliares pueden desarrollarse. Este nombre no es siempre descriptivo porque el progreso de la enfermedad puede ser más lento si las condiciones ambientales no son completamente favorables o si el cultivar posee algún grado de resistencia.

Los síntomas incluyen podredumbre radicular, necrosis a nivel de la corona, y decoloración de tallo y sistema vascular (aunque la medula se mantiene blanca). Sin embargo, los síntomas más característicos se observan en la parte aérea de la planta, presumiblemente debido a la translocación xilemática de una toxina que el hongo produce en el sistema radicular. Estos síntomas comienzan apenas antes de, en o después de la floración con un moteado clorótico que progresa formando una clorosis y necrosis internerval característica. Cuando las condiciones son altamente condu-

agroentrevista

¿Con respecto a la investigación ¿Qué diferencias notás entre Argentina y EEUU?

Una de las principales diferencias esta dada por la importancia económica que representa el NQS en EEUU. Como mencione anteriormente, el NQS es el patógeno más importante para la producción de soja en EEUU. Esto implica que gran parte de los esfuerzos en cuestión de investigación se centren en distintos aspectos de la biología y manejo del nematodo, principalmente su dispersión, los tipos HG (o "razas", como se lo denominaba hasta hace muy poco) presentes en el campo, y la obtención de cultivares resistentes. En los programas de mejoramiento genético del cultivo de cada Universidad, se incluye la evaluación de las líneas a las principales enfermedades de cada zona, pero en todos ellos se incluye la reacción de las mismas al NQS. En Argentina, por lo que tengo entendido, la dispersión del

NQS no ha sido igual a la que se observa en EEUU, y creo que eso influye al momento de definir los principales objetivos de investigación de cada institución.

Con respecto al SMR, avances muy importantes surgieron a partir de trabajos de investigación realizados en la UNR. Mercedes Scandiani, egresada de la FCA-UNR, guiada por la Dra. Rosanna Pioli, realizó una importante caracterización del SMR en Argentina como parte de su tesis doctoral. Los resultados de su trabajo son muy importantes y abren muchos caminos e interrogantes sobre como las distintas especies de *Fusarium* presentes en Argentina interactúan con los tipos HG del NQS presentes en la región pampeana, y cual es la reacción varietal a estos dos patógenos. En EEUU, si bien existe un programa de evaluación de la reacción al SMR en líneas y cultivares, coordinado por los mejoradores de Southern

Tabla 1: Desarrollo de síntomas de SMR en cultivares susceptibles al nematodo del quiste de la soja en parcelas inoculadas con *F. virguliforme* y co-inoculadas.

Reacción a SMR	Registro de primeros síntomas		Area Foliar Afectada (%) en R6 (a)	
	FV	FV + NQS	FV	FV + NQS
Resistente	R3-R4	R1	30	80
Susceptible	R3	Antes de floración	70	100 (b)

^(a) promedio de dos años

^(b) porcentaje alcanzado antes de R6

Illinois University, actualmente el SMR no es una prioridad en los programas de investigación, desplazado por la roya de la soja, y por otras enfermedades más prevalentes en las principales zonas sojeras.

¿Los aportes del sector privado representan una parte importante a la financiación de los proyectos?

Si, principalmente a través del aporte de las Asociaciones o Consorcios de Productores de cada cultivo y en cada estado. Cada año se envían los proyectos a estas asociaciones y la junta decide cuales son las prioridades y que proyectos financiar. Otra fuente importante de financiación privada surge a través de convenios con empresas para ensayos de fungicidas o productos. Sin embargo, el aporte del estado, a través de "grants" otorgadas por organismos oficiales, y de la distribución del presupuesto, también es importante.

¿Cómo se articula la investigación y la extensión en esa región?

El campus principal de la Universidad de Arkansas no se encuentra en la región productiva del estado, sino en Fayetteville, el área económicamente mas activa. La Universidad, a través de su División de Agricultura, posee distintas estaciones experimentales y agencias de extensión en distintos puntos del estado. A su vez, cada departamento tiene diferente número de cargos de profesores y cada cargo tiene un porcentaje de tiempo ("appointment") que debe ser distribuido en tareas de investigación, enseñanza y extensión. Los profesores radicados en Fayetteville poseen, en general, un "appointment" de 75% en investigación y el restante 25% distribuido en las otras tareas. Por el contrario, los profesores radicados en las estaciones experimentales tienen un "appointment" de 75% extensión y 25% en investigación. Estos profesores extensionistas son los que luego transmiten las inquietudes o los problemas mas frecuentes que se ven en el campo a los investigadores, y después, en función del financiamiento, se definen los lineamientos de investigación.

En general, la investigación y extensión se articulan a través de boletines informativos, publicaciones técnicas, reuniones de productores, recorridas a campo y días técnicos de cada cultivo. Para estos últimos las estaciones experimentales abren sus puertas para recorrer los ensayos y ofrecer charlas técnicas a cargo tanto de los investigadores como de los extensionistas.

Quando nos visitaste con el Dr. Rupe en el 2004, comentaron a los graduados las oportunidades de estudio y trabajo ofrecidos por la Universidad de Arkansas ¿Podrías reiterar la invitación?

El departamento de Plant Pathology de la Universidad de Arkansas tiene un sistema de pasantías pagas de verano (Mayo a Agosto) para estudiantes avanzados o recién recibidos (Adair-Bollenbacher Program). En esos meses, los estudiantes son asignados a un proyecto de investigación, el cual deben llevar adelante bajo la tutela de un profesor del departamento. No conozco en profundidad los requisitos para este programa, pero los interesados pueden buscar información en la página web del departamento o contactarme directamente.

(<http://www.uark.edu/depts/plntpath/Undergrad.html> sjiammaria@yahoo.com)

También, hay oportunidades para realizar estudios de posgrado (maestrías y doctorados) en distintos departamentos de la Universidad. Actualmente, somos 4 Ingenieros Agrónomos argentinos trabajando en distintas áreas (Economía Agrícola, Produccion Animal, Produccion Vegetal, y Fitopatología) pero hay otras áreas en las cuales es posible encontrar posibilidades de financiación. Para ello es imprescindible tener un buen nivel de inglés (para ser admitido en la Universidad) y un buen promedio, además de los requisitos específicos para cada programa. Las personas interesadas pueden consultar en la página web del Dale Bumpers College of Agriculture de la universidad (<http://www.uark.edu/depts/dbcafls>) y escribirme con preguntas una vez que hayan encontrado un área que les interese. Casi siempre hay vacantes en Fitopatología, Malezas, Economía y Produccion Vegetal.



GRANOS DEL PARANÁ

SERVICIOS DE ACONDICIONAMIENTO

centes para el desarrollo de la enfermedad, se puede observar defoliación parcial o completa de los folíolos (pero no de los peciolos) y aborto de flores y/o vainas. Las pérdidas de rendimiento dependerán del estadio fonológico en el cual ocurre la infección, del grado de resistencia del cultivar y de las condiciones ambientales imperantes (las óptimas son alta humedad en el suelo y 25-28 °C); generalmente no sobrepasan el 15% aunque en casos severos pueden llegar a ser totales.

Heterodera glycines, el nematodo del quiste de la soja (NQS), es en EEUU el patógeno más importante del cultivo de soja, causando reducciones de rendimiento que producen pérdidas anuales cercanas a U\$S 1.5 billones (para una revisión detallada y actualizada sobre NQS pueden consultarse las referencias 1 y 2).

Además, el NQS ha sido frecuentemente asociado en condiciones de campo con el síndrome de la muerte repentina (SMR). Estudios previos han demostrado que la co-inoculación con el NQS y el agente causal del SMR, *F. virguliforme*, resultaron en un más rápido y severo desarrollo de la enfermedad. La presencia del NQS no es necesaria para que se de el SMR (ya que no es el agente causal de la enfermedad), pero si puede acelerar e incrementar la expresión y la severidad de los síntomas foliares de SMR.

En otros estudios se encontraron diferencias en la reacción al SMR en función de la resistencia de los cultivares al NQS. En general, los cultivares resistentes a NQS fueron menos susceptibles al SMR, pero en estos estudios no se pudo determinar la naturaleza de dicha relación. Es decir, no se pudo determinar si los cultivares resistentes a SMR lo eran por

ser resistentes a NQS, o si eran simplemente más resistentes por características inherentes a los mismos.

Debido a que la presencia del NQS es muy común en campos con historia de SMR, es importante comprender cual es la relación de estos dos patógenos con la resistencia varietal (principal forma de manejo del SMR) para así poder facilitar la predicción de la performance de los cultivares de soja.

Para evaluar a campo el efecto de la resistencia varietal a NQS sobre el desarrollo de SMR y su efecto sobre el rendimiento del cultivo realizamos un ensayo en microparcels del Campo Experimental de la Universidad de Arkansas en 2002 y 2003. Para esto, elegimos 4 cultivares con reacción conocida al SMR y al NQS (resistente a ambos, susceptible a ambos, resistente a uno y susceptible al otro, y viceversa) que fueron inoculados con el hongo (*F. virguliforme* o "parcelas FV"), el nematodo, con ambos patógenos (co-inoculación), o no inoculados (control). Como era de esperar, las parcelas control y las que recibieron solamente el tratamiento NQS no desarrollaron síntomas de SMR. Tampoco manifestó síntomas el cultivar resistente a ambos patógenos, aún cuando fue inoculado con FV (sólo o combinado con NQS).

En cambio, el efecto de la co-inoculación fue notable en los 2 cultivares susceptibles al NQS, independientemente de su reacción al SMR. En ambos casos, los síntomas de SMR se observaron antes y fueron mucho significativamente más severos en las parcelas co-inoculadas que en las parcelas FV (Tabla 1).

Personalmente, considero que un acierto importante de este trabajo fue

evaluar también todos los componentes de rendimiento, aspecto fundamental desde el punto de vista agronómico, productivo y económico. Con los respectivos porcentajes de área foliar afectada (Tabla 1) era esperable una merma significativa de rendimiento. Es aquí donde se observa con más claridad el efecto de la resistencia varietal al NQS.

En síntesis, en aquellos cultivares resistentes al NQS, independientemente de su reacción al SMR, no observamos diferencias significativas en el porcentaje de área foliar afectada y en componentes de rendimiento entre el tratamiento FV y el tratamiento FV+NQS.

En aquellos cultivares susceptibles al NQS, dicha reacción condiciona la reacción al SMR. En ambos cultivares confirmamos que la presencia simultánea del NQS y *F. virguliforme* adelanta y potencia en forma significativa la expresión y severidad de síntomas de SMR. Más aun, todos los componentes de rendimiento fueron dramáticamente disminuidos en las parcelas co-inoculadas para ambos cultivares.

Las conclusiones e implicancias inmediatas que se desprenden de este trabajo son dos. Una es que la reacción varietal al SMR podría ser diferente en función de la "raza" del nematodo presente en el campo (como sucedió con el cultivar resistente al SMR y susceptible al NQS en las parcelas co-inoculadas); la otra es que la resistencia varietal al NQS podría facilitar la predicción de la reacción al SMR, especialmente en aquellas situaciones donde ambos patógenos se presentan simultáneamente. 