



REVISTA TECNICA INFORMATIVA DEL INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

**GENERACION DE VARIETADES DE
PAPA CON RESISTENCIA DURADERA A
"TIZON TARDIO" (*Phytophthora infestans*)**

**NEMATODOS BENEFICOS PRESENTES EN EL
TROPICO HUMEDO DEL LITORAL ECUATORIANO**

**DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MANEJO
INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES (MIPE)
PARA SISTEMAS DE PRODUCCION BASADOS EN
PLATANO**

“Pierna negra” y “pudrición blanda”, una amenaza difícil de enfrentar en el cultivo de papa en Ecuador

Pedro Oyarzún¹, Diego León¹, Julián Pucha², Gregory Forbes³

Las Erwinias en El Ecuador

La enfermedad conocida como “pierna negra” en el follaje del cultivo de papa y “pudrición blanda” en tubérculos es causada por tres especies de bacterias del género *Erwinia*. En Ecuador, la bacteria fue aislada e identificada como *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* en varias muestras de tubérculos enfermos enviadas al INIAP en 1983 (Estévez y Orellana, 1984). Investigaciones realizadas a principios de los años 90 indican que *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* es predominante en infecciones en tallos, en tanto, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* fue más común en suelos. El rol de *Erwinia chrysanthemi*, otra especie en el complejo, no es claro. En el país fue descrita en 1983 provocando la “Volcadura del maíz”, y se considera a *Erwinia chrysanthemi* como más típica en condiciones calientes. En la referida investigación, si bien se constató que la incidencia promedio de la enfermedad en los campos era baja, menor 0,4%, los síntomas fueron severos, casi el 50% del follaje. Por ello, es fácil comprender que en el pasado se hayan reportado pérdidas del orden del 40% cuando las epidemias fueron regulares (Orellana y Carrera, 1985).

La actividad epidémica de las bacterias del género *Erwinia* ha aumentado considerablemente en los últimos años en el país. Alarmas sobre epidemias entre 1998 y 2000 fueron frecuentes. La repentina explosión de *Erwinias* en campos de papa hizo suponer que las variedades actualmente en uso, o liberadas recientemente, podrían ser particularmente susceptibles a estas bacterias. Por ello, en 1999 se realizó una prospección

en Carchi, Chimborazo y Cañar y se examinaron las variedades prevalentes en el país en pruebas de inoculación en el laboratorio en su susceptibilidad a pudrición blanda.

Síntomas de pierna negra. Los síntomas se presentan en cualquier estado de desarrollo de la planta. A partir del cuello del tallo, donde aparecen manchas negras y mucilaginosas que van ascendiendo, mientras las plantas afectadas detienen su crecimiento, el follaje se vuelve clorótico, los folíolos tienden a enrollarse y desarrollan marchitez. Los tallos afectados adquieren un típico color tinta negra.

Síntomas de pudrición blanda. La infección del tubérculo ocurre a través de las lenticelas y lesiones o vía unión del estolón al tubérculo derivado de un tubérculo semilla infectado. En las lenticelas, la infección produce pequeñas hendiduras de color tostado a café oscuras y áreas circulares de aspecto húmedo. En condiciones secas estas forman cavidades. En principio, el tejido afectado toma aspecto mojado, de consistencia granular, crema y está bien delimitado del tejido sano. El cambio de color, la contextura babosa y el fuerte olor es responsabilidad de organismos secundarios que invaden el tejido afectado.

Epidemiología. Aunque la capacidad de vida de la bacteria en el suelo es limitada, su distribución geográfica en el país es amplia. Aunque existen varios mecanismos de dispersión, este hecho es probablemente causado por su capacidad de infectar la semilla, donde puede sobrevivir en las lenticelas sin

¹ Proyecto IPM-CRSP-INIAP

² Proyecto FORTIPAPA-INIAP-COSUDE

³ Centro Internacional de la Papa, CIP-Quito

originar síntomas, y permanecer viable en restos de cosecha de años anteriores. Del 36% de los cultivos prospectados entre 1989 y 1990, con incidencia de pie negro, solo en el 5% se comprobó la presencia de *Erwinias* en el suelo. Esto pone de manifiesto la importancia de la infección vía semilla. A pesar de que la persistencia en el suelo es corta, ésta depende de las condiciones de temperatura y humedad del suelo, así como por la presencia de ciertas plantas y restos de plantas o tubérculos infectados en el suelo. Las *Erwinias* son polífagas y afectan a una serie de cultivos aunque pueden permanecer en la rizósfera sin ocasionar daños. Especies de *Solanaceas* familia de la papa, como el pimiento, tomate, berenjena, etc., son fuentes adicionales de inóculo. También se las ha encontrado en especies de *Brassica*, como la col china.

“Pierna Negra” a nivel de campo

La actividad epidemiológica de las *Erwinias* no es constante. Hubo una gran presión a principio de los años 80; a finales de la década y durante gran parte de los noventa fue poco significativa y esporádica para reaparecer con fuerza hacia fin del año 98. La causa exacta de esta conducta no es clara. Si bien se la ha asociado con clima húmedo y lluvioso, no se registró mayor actividad durante el Fenómeno del Niño a mediados de los 90. En los últimos años la superficie sembrada con variedades de papa; INIAP-Gabriela e INIAP-Esperanza ha aumentado considerablemente. Ambas variedades son conocidas por su susceptibilidad a las *Erwinias*, tanto en tubérculo como en follaje (Orellana, 1985; Narváez 1999). INIAP-Gabriela e INIAP-Esperanza ocupan casi el 50% del total sembrado en Chimborazo y Cañar respectivamente.

Prospección. Con la creciente alarma de plantas presentando síntomas de marchitez y pudrición del tallo, receptadas en 1998 y en 1999, con ayuda del proyecto IPM-CRSP se inició una prospección de enfermedades del follaje en tres provincias de la sierra a fin de proveer de información básica para futuros trabajos en manejo integrado del cultivo.

En total se inspeccionaron 90 campos de papa distribuidos de la siguiente forma: 26 en Carchi, 36 en Chimborazo y 30 en Cañar. Como referencia, se ubicaron los cantones paperos más importantes y se diseñó la inspección en un transecto a través de las parroquias más representativas del cultivo. Co-

mo condición para la inspección se exigió, primero: que el cultivo esté en o inmediatamente antes o después de la floración, y segundo: que los síntomas de pudrición estén, inequívocamente, presentes.

La incidencia de pierna negra resultó del orden de 25% en Carchi, 36% Chimborazo y 46% en Cañar. La incidencia al interior de los campos, excepto tres parcelas con porcentajes mayores a 10% fue relativamente baja, alrededor del 2%. Cabe notar que estos porcentajes pueden ser considerados como de plantas perdidas. Las más severas epidemias ocurrieron en Superchola en Carchi, INIAP-Gabriela en Chimborazo e INIAP-Esperanza en Cañar.

Resistencia a pudrición blanda. El objetivo fue establecer el grado de reacción en pudrición blanda en tubérculos de nueve variedades comerciales y 14 clones promisorios en mejoramiento del Programa de Papa del INIAP.

Se limpiaron y seleccionaron los tubérculos por evaluar. Estos no debían presentar heridas, síntomas, o signos de algún patógeno. En una cámara de flujo laminar, cada tubérculo fue sumergido en alcohol al 70% por algunos segundos y se le flameó hasta consumir el alcohol. Posteriormente, se cortaron en rodajas y las nueve mejores fueron repartidas en tres cajas Petri de 14 cm. Cada caja contenía papel filtro humedecido con agua destilada esterilizada (cámara húmeda). Al centro de cada rodaja, se depositó 10 µl de una suspensión de *Erwinia* a 10⁶ ufc. Los testigos fueron inoculados con 10 µl de agua destilada, estéril. Como diseño de prueba se utilizó un modelo Completamente al Azar. El conjunto fue incubado a 27° C por un período de tres días. Se determinó el porcentaje de tejido macerado en cada rodaja.

El análisis estadístico arrojó diferencias significativas en reacción a la inoculación debido a los genotipos (Cuadro 1). Al separar las medias a través de la prueba de Tukey 5% (Cuadro 2), se halló que: las variedades INIAP-Fripapa 99, Suscaleña y Bolona presentaron escasa reacción a la infección. El clon X-18 no presentó reacción alguna. Los tubérculos de la variedad INIAP-Gabriela y el clon 95-14-95 se descompusieron casi completamente. Un amplio grupo incluyendo a Capiro, INIAP-Esperanza y Superchola presentaron una reacción intermedia.

Cuadro 1. Análisis de variancia para porcentaje de consistencia de tejido de tubérculos afectados por *Erwinia* sp. INIAP-IPM-CRSP, 2001.

Fuente de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calculado
Tratamiento	22	137.485,8	6.249,35	18,13**
Error	184	63.430,4	344,73	
Total	206	200.910,2		
		C.V. = 33%		
		Media = 55%		

** Significativo al 1%.

Cuadro 2. Porcentaje medio de infección desarrollada en rodajas de tubérculos de nueve variedades y doce clones de papa tras inoculación con *Erwinia*. INIAP-IPM/CRSP, 2001.

Tratamientos	Porcentaje de infección Medias	Rangos de significación					
Testigos	-	-					
X-18	0,0	a					
LB-3 (01819)	2,2	a	b				
INIAP-Fripapa 99	2,8	a	b				
97-1-8	4,4	a	b				
Suscaleña	6,1	a	b				
Bolona	8,3	a	b				
97-2-4	11,8	a	b				
95-14-173	12,2	a	b				
Soledad	29,4	a	b	c	d		
Capiro	35,0		b	c	d	e	
INIAP-Esperanza	36,7		b	c	d	e	
95-2-47	37,2		b	c	d	e	
95-15-13	59,4			c	d	e	f
Huancala	68,3				d	e	f
95-19-90	70,1				d	e	f
Superchola	71,1					e	f
95-2-80	71,7					e	f
97-1-10	73,9					e	f
97-1-18	79,4					e	f
INIAP-Gabriela	86,1						f
95-14-95	94,4						f

Consideraciones generales

El período de sequía que ha afectado las áreas paperas en el 2001 ha disminuido fuertemente la cantidad de llamados de alarma de los productores por esta enfermedad. Los resultados indican que la enfermedad ha representado una crisis epidemiológica con efectos significativos en la producción de papas en los últimos años. Por ello, es necesario permanecer alerta y buscar activamente soluciones a la enfermedad. Si bien es cierto que existen diferencias en el grado de reacción genotípica, todas las variedades comerciales actuales son susceptibles a ser atacadas. Incorporar mayor resistencia a esta bacteria en futuras variedades debe ser uno de los objetivos del mejoramiento. Quizás uno de los problemas más serios con las *Erwinias* es que una vez presente no existe forma de controlarlas. El control químico en el campo no es posible y en semilla sus resultados han sido inconsistentes. Las plantas afectadas en general mueren y forman una escasa producción. En almacenamiento, un tubérculo puede ser suficiente para infectar a 100 y por ello un 1% de tubérculos con síntomas representa un potencial infeccioso excesivo, aunque los tubérculos sean retirados regularmente. Esto es crítico para el caso de la producción y venta de semilla. Infecciones latentes en semilla pueden ser detectadas fácilmente envolviendo 50 tubérculos en papel toalla mojado e incubando en una bolsa plástica cerrada a 25° C por una semana.

Manejo. "Prevención" es entonces la única forma de manejar pierna negra y pudrición blanda. A modo de cierre se citarán algunas de las líneas más importantes para enfrentar estas bacterias.

General: Para evitar ataques tanto al follaje como tubérculos es muy recomendable usar semilla de calidad y certificada, debe estar libre de infección. Tanto el follaje infectado como los desechos de cosecha deben ser retirados de los campos. La desinfección con fungicida no es efectiva directamente pero disminuye la acción sinérgica de la bacteria con otros patógenos.

Pudrición blanda. Reducir las magulladuras durante el almacenamiento y transporte es quizás la medida más importante. Las máquinas seleccionadoras, deben ser desinfectadas periódicamente

y ajustadas correctamente. Esto es válido para los demás utensilios y las bodegas de almacenamiento.

Pierna negra. Se debe evitar sembrar en condiciones muy húmedas y frías de suelo. Es importante que la parcela posea un buen drenaje. Evitar rotaciones frecuentes con papas o con especies parientes de papas, como tomate o berenjena. Arrancar completamente las plantas apenas se visibilicen síntomas. Cosechar solo cuando los tubérculos presenten piel firme. Evitar la exposición al sol de los tubérculos, pero almacenar solo cuando estén bien secos.

Por último, en tanto que no exista disponibilidad de variedades resistentes, el agricultor debe anotar sistemáticamente lo que ha ocurrido en sus campos y evitar sembrar papas en estos con una frecuencia mayor a 1:5 cuando se han presentado problemas de pierna negra o pudrición.

Bibliografía

- ANONIMO. 1996. Principales Enfermedades, Nemátodos e Insectos de la Papa. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. p.109.
- ESTEVEZ, C. y ORELLANA, H., 1984. Identificación del agente causal de la pudrición de tubérculo de papa y búsqueda de resistencia al patógeno en algunas variedades y clones de papa. p. 10-12. En, Informe Anual 1983. Dpto. de Fitopatología INIAP. EESC Quito, Ecuador.
- HARRISON, M.D., y NIELSEN, L.W., 1981. Blackleg, Bacterial Soft Rot. p 27-29. En Compendium of Potato Diseases. The American Phytopathological Society. St. Paul Minnesota. USA.
- NARVAEZ, C. E. 1999. Estudio de *Erwinia* spp., bacteria pectolítica de la papa en cinco provincias de la Sierra Ecuatoriana. Tesis de Licenciatura. Depto. de Ciencias Biológicas, Univ. Católica del Ecuador. Quito. p. 244.
- ORELLANA, H. y CARRERA, H., 1985. Reconocimiento e identificación del agente causal de la "pudrición del tubérculo de papa" y combate químico y genético de la enfermedad. p. 39-47. Informe Anual 1984. Depto. de Fitopatología INIAP. EESC Quito, Ecuador.
- SCHAAD, N. W. 1994. Plant Pathogenic Bacterial. 2da. Edición. Minnesota - USA. p.165.