

ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
“Dr. Enrique Ampuero Pareja”

Boletín Divulgativo No. 363

EL VIRUS DEL
“ENTORCHAMIENTO”
DEL ARROZ EN ECUADOR



LENIN PAZ C./INIAP-EELS

2009

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR "Dr. Enrique Ampuero Pareja"
Km 26 vía Durán - Tambo
P. O. Box: 09-01-7069, GUAYAQUIL, ECUADOR

Impresión: Grafiservi

Tiraje: 1000 ejemplares

Impreso en Ecuador

Noviembre de 2009

Cita correcta de la publicación:

Paz, L.; Espinoza, A.; Amano, Y. 2009. El Virus del "Entorchamiento" del Arroz en Ecuador. Yaguachi, EC, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental del Litoral Sur "Dr. Enrique Ampuero Pareja". 8 p. (Boletín Divulgativo No. 363).

Lenin Paz Carrasco, Ing. Agr. M.S. ^{1/}
Alfonso Espinoza Mendoza, Ing. Agr. M.C ^{2/}
Yasuji Amano Konno, Ph.D. ^{3/}

1/. Investigador de enfermedades virales en plantas. Laboratorio de Fitopatología del Departamento Nacional de Protección Vegetal del INIAP. Estación Experimental del Litoral Sur "Dr. Enrique Ampuero Pareja". Km 26 vía Durán-Tambo, P.O. Box: 09-01-7069, Guayaquil-Ecuador.

2/. Investigador y Responsable del Área de Fitopatología del Departamento Nacional de Protección Vegetal del INIAP. Estación Experimental del Litoral Sur "Dr. Enrique Ampuero Pareja". Km 26 vía Durán-Tambo, P.O. Box: 09-01-7069, Guayaquil-Ecuador.

3/. Asesor científico permanente del Instituto Nacional de Higiene y Medicina Tropical "Leopoldo Izquieta Pérez", P.O. Box: 09-01-3961, Guayaquil-Ecuador.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Dr. Francisco José Morales Garzón, Virólogo del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) por suministrar el antisuero para la detección del Virus de la Necrosis Rayada del Arroz; a la Dra. Linda Piedad Díaz Cevallos, Patóloga del Laboratorio de Microscopía Electrónica del Instituto Nacional de Higiene y Medicina Tropical "Leopoldo Izquieta Pérez" en el procesamiento y análisis de las muestras de arroz afectadas con "entorchamiento" y a los Ingenieros Agrónomos: Myriam Salazar Villacrés, Valeria Delgado Gaibor y Fernando Delgado Rodríguez, quienes participaron como egresados en investigaciones relacionadas al proyecto.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, se estima una superficie cultivada con arroz de 377 167 ha (INEC, 2006) y constituye un alimento estratégico de alta prioridad para la población.

Desde la década del 70, el INIAP ha liberado las variedades de arroz INIAP 2, INIAP 6, INIAP 7, INIAP 10, INIAP 415, INIAP 11, INIAP 12, INIAP 14, INIAP 15 e INIAP 16 con características agronómicas adecuadas para el medio; sin embargo, algunos productores en el afán de tener otros materiales de alto rendimiento introducen al país de manera ilegal genotipos no adaptados y susceptibles a factores bióticos y abióticos. Con esta acción se facilita la entrada al país de plagas no presentes en los campos de arroz.

En las condiciones ambientales del país, el cultivo es afectado por enfermedades como la Quemazón o Piricularia (*Pyricularia grisea* Sacc), Hoja Blanca (Rice Hoja Blanca Virus), Pudrición de la Vaina (*Sarocladium oryzae* Sawada/Gams y Hawks), Tizón de la Vaina (*Rhizoctonia solani* Khun), Falso Carbón (*Ustilaginoidea virens* (Cooke) Takah) y Manchado del Grano (*Pseudomonas fuscovaginae*).

En el 2003 en el país, se observó una enfermedad nueva de característica viral. Los síntomas se asemejaron a una enfermedad descrita en Colombia como "Entorchamiento" del Arroz, cuyo agente patógeno es el Virus de la Necrosis Rayada del Arroz (*Rice Stripe Necrosis Virus* - RSNV) transmitido por el "hongo" del suelo *Polymyxa graminis*; este disturbio patológico ocasionó en ese país pérdidas de hasta el 40 % en la producción. Para confirmar su presencia en Ecuador, el área de Fitopatología de la Estación Experimental del Litoral Sur "Dr. Enrique Ampuero Pareja" del INIAP realizó las investigaciones pertinentes resaltadas en los Informes Anuales del 2004 al 2008.

SÍNTOMAS

Para familiarizarse con los síntomas que desarrolla esta enfermedad a nivel local se

condujeron estudios de seguimiento en invernadero y campo.

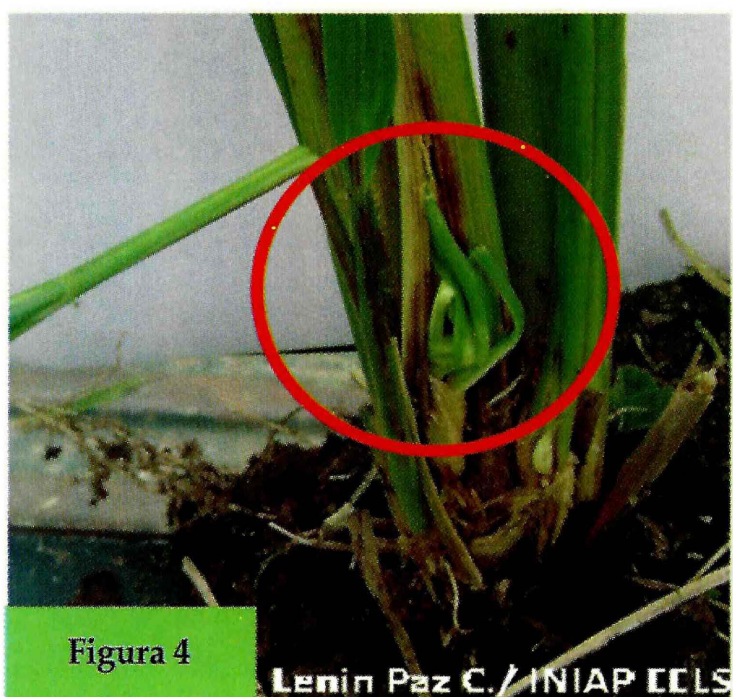
Las plantas de arroz manifestaron en el sistema radical un aumento de raíces secundarias (Figura 1), pérdida de peso y longitud (Figura 2).



Hubo emisión de hojas con el limbo cerrado en el ápice en forma total o parcial acompañado de un plisado ligero a severo con apariencia de zigzag (Figura 3).



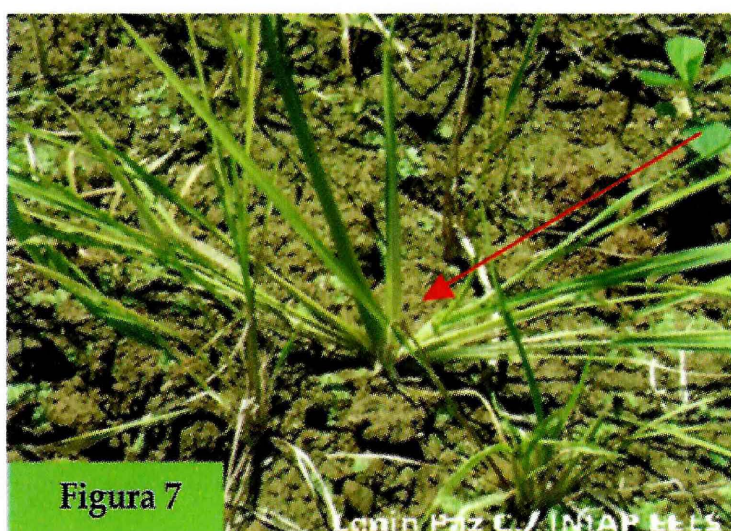
La emisión de estas hojas se dio de manera abrupta irrumpiendo el tallo (Figura 4).



El limbo abierto manifestó un rayado clorótico (Figura 5) o un bandeado clorótico a lo largo de la nervadura central (Figura 6).



Hubo casos en que la planta de arroz reaccionó con síntomas de rayado clorótico combinado con el abortamiento de la hoja. Los tallos presentaron un acortamiento en su longitud o un desparramado lateral (Figura 7). Otros síntomas fueron la clorosis y la muerte de planta, este último, ocasionado por una necrosis interna del tejido vascular y que en el campo se lo observó en parches (Figura 8).



Hay casos que según el genotipo de arroz, la panícula puede presentar distorsión (Morales, 1999).

AGENTE CAUSAL

Por análisis de Microscopía Electrónica Inmunoabsorbente (ISEM) que se realizó en el Instituto Nacional de Higiene y Medicina Tropical “Leopoldo Izquieta Pérez” se observaron partículas virales de morfología tubular de dos longitudes, 120 nm partícula corta y 200 – 325 nm partícula larga con diámetro de 16 – 18 nm (Figura 9). Estas características fueron semejantes a las que describieron Fauquet *et al.* (1988) para el Virus de la Necrosis Rayada del Arroz (*Rice Stripe Necrosis Virus*, RSNV).

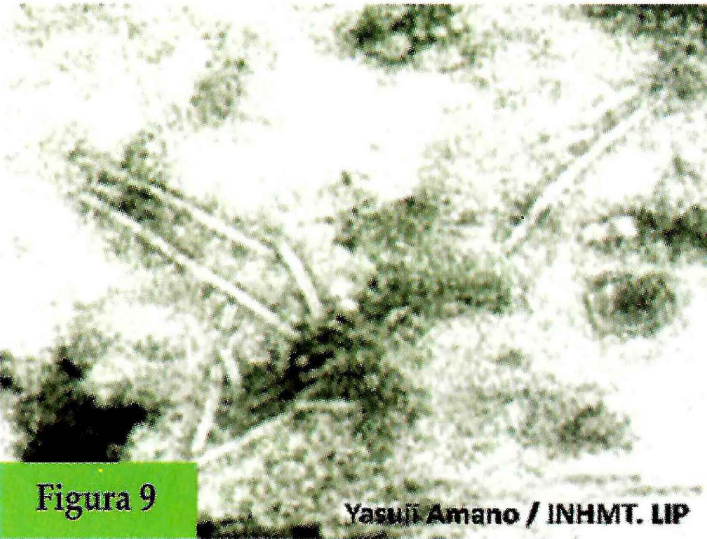


Figura 9

Yasuní Amano / INHMT. LIP

El RSNV se transmitió con frotación del extracto de savia de hojas de arroz con síntoma de “entorchamiento” sobre las hojas de plantas de la especie indicadora *Chenopodium amaranticolor* que se lo emplea con fines de diagnóstico. Las hojas de esta especie indicadora reaccionaron con la expresión de lesiones locales cloróticas (Figura 10)



Figura 10

Lenín Paz C. / INIAP EELS

VECTOR

El RSNV es transmitido por un parásito obligado de las raíces llamado *Polymyxa graminis* que pertenece al Reino Protozoa, Phylum: Plasmodiophoromycota, Orden Plasmodiophorales (Agrios, 1997). *P. graminis* es un pseudo hongo que se lo encontró en las células del sistema radical de la planta de arroz en fase biológica de “esporas”. Estas esporas comúnmente se la conocen como cistosoros y que habitualmente forman grupos (Figura 11).

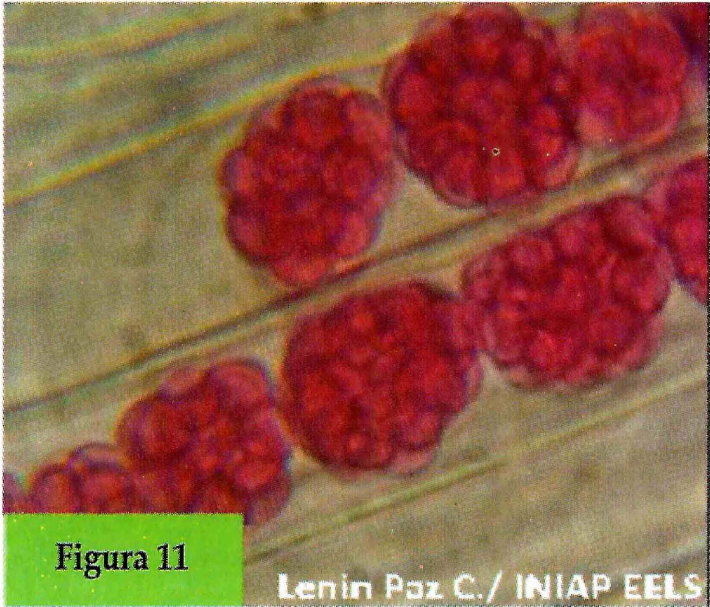


Figura 11

Lenín Paz C. / INIAP EELS

Los cistosoros pueden permanecer viables por muchos años en el suelo cuando no están en contacto con un hospedero vegetal y en desechos de raíces. *P. graminis* se convierte en vector, cuando este parasita las células del

sistema radical de una planta de arroz infectada con el RSNV para su posterior transmisión a una planta sana.

LA ENFERMEDAD

La enfermedad del "entorchamiento" se inicia cuando las semillas y plántulas de arroz se siembran en un campo infestado con cistosoros que poseen el RSNV. La humedad favorece a que las zoosporas primarias que son uninucleadas y biflageladas emergen de los cistosoros y se movilizan a los pelos radicales. Antes de enquistarse en las células de los pelos radicales de la planta de arroz, las zoosporas pierden sus flagelos y se origina un plasmodio haploide; luego se forman numerosos cistosoros que se agrupan en el interior de un esporangio. El proceso de infección del RSNV continúa al salir de este esporangio nuevas zoosporas biflageladas infectivas secundarias. Estas zoosporas que están fuera del ambiente celular, se mantienen y pueden moverse en suelo húmedo; se fusionan entre dos para formar un gameto que se enquista nuevamente en las células del sistema radical previo a la pérdida de los flagelos y formar más adelante en el interior de la célula de las raíces un plasmodio diploide y posiblemente por meiosis, generar más cistosoros infectivos que producirán nuevas zoosporas que contendrán el RSNV.

Para que los cistosoros sean virulíferos al inicio del proceso de infección, las zoosporas deben parasitar una planta de arroz infectada con el RSNV, así se generará una descendencia infectiva capaz de transmitir el virus.

Los resultados con los genotipos de arroz INIAP 7, INIAP 11, INIAP 12, INIAP 14, INIAP 415, Fedearroz 50, 1001, Donato, GO 37299, GO 37327, GO 37328 y GO 37301 que se utilizaron como material para evaluar la enfermedad en condiciones de invernadero, permitieron conocer que los síntomas de rayado clorótico, abortamiento y un combinado de rayado clorótico y abortamiento se evidenció a los 34 días después que se sembró en la modali-

dad de semilla seca, pregerminada y trasplante.

El síntoma de muerte de planta fue expresivo a los 29 días después de la siembra.

En otros experimentos que se realizaron con suelo infestado naturalmente con *P. graminis* y a las que se modificó su estructura con arena para facilitar la movilidad de las zoosporas, se determinó, que en siembra con semilla seca se dio una incidencia del "Entorchamiento" de 4.0 %; en trasplante de 4.6 % y en siembra con semilla pregerminada de 5.8 %.

La mayor incidencia de la enfermedad se presentó en siembra por trasplante 13.0 % de muerte de plantas en suelo donde no se modificó su estructura con arena. En la misma condición física del suelo, la menor incidencia se observó en siembra con semilla pregerminada un 2.5 %, seguido de la siembra con semilla seca 3.2 %.

Los cistosoros en el sistema radical se disminuyeron en las tres modalidades que se sembró en suelo en que se modificó su estructura, por lo tanto, los valores altos de cistosoros se encontraron en raíces que se desarrollaron en un suelo infestado naturalmente sin modificación de su estructura física e independiente de la modalidad de siembra.

La incidencia del "entorchamiento" y de los cistosoros no fue influenciado por el tipo de suelo, sino más bien, por la inoculación al sistema radical de las zoosporas que llevaron el RSNV.

Otros investigadores (Fauquet *et al.*, 1988) utilizaron muestras de suelo hasta los 20 cm de profundidad procedentes de sitios donde se desarrollaron las plantas enfermas con "entorchamiento"; las nuevas plantas que crecieron sobre estas muestras de suelo, alcanzaron incidencias mayores a 45.0 %. Pero, la incidencia se redujo a 9.0 % cuando se utilizó muestras de suelo de otros sitios del lote donde las plantas manifestaron una apariencia sana.

El resultado de la alta incidencia del "entorchamiento" se debió al parasitismo inicial de los cistosoros sobre una planta enferma lo que provocó una descendencia virulífera muy activa opuesta de aquellos cistosoros que parasitaron una planta de apariencia sana o debido a la poca presencia de cistosoros infectivos en la rizosfera.

En el sistema radical de los genotipos de arroz se presentó una reducción de su peso cuando esta se desarrolló en el suelo modificado. La pérdida de peso se debió a la disminución de la masa radical. El análisis de correlación determinó que no hay asociación entre el peso de las raíces y la presencia de los cistosoros en cada modalidad de siembra y tipo de suelo que se utilizó para el mismo, e inclusive, la incidencia de la enfermedad no se correlacionó con la presencia de los cistosoros de *P. graminis*.

La pérdida de masa radical pudo estar influenciada por la necrosis del tejido inducida por el virus con el posterior parasitismo de microorganismos saprófitos.

MANEJO

Como principal medida de manejo de la enfermedad se recomienda la siembra de genotipos de arroz con genes de resistencia al RSNV. Al no existir en los actuales momentos un material con estas características, la siembra se debe realizar con semillas de arroz certificada obtenida de proveedores calificados por instituciones gubernamentales que garanticen su pureza varietal y sanidad.

En la Estación Experimental del Litoral Sur se realizó un estudio donde se procedió a infestar la cubierta de las semillas de arroz de la variedad INIAP 415 con suelo contaminado con *P. graminis* que luego se sometió a un tratamiento físico con vapor de agua y calor seco a diversas temperaturas (40° - 100 °C).

Los resultados se refieren a que no se observó control sobre el vector, al manifestar las plantas evaluadas síntomas de "entorchamiento". Por otro lado, experimento con suelo infestado con *P. graminis* y sometido a calor seco, no alteró la viabilidad de los cistosoros y se verificó en las plantas la transmisión del RSNV.

Un trabajo similar fue el que realizaron Fauquet, *et al.* (1988), que sometieron el suelo contaminado con *P. graminis* a un proceso de secado a temperatura ambiente y mantenido en esta condición por 60 días; las plantas que crecieron en ese suelo tratado manifestaron incidencia del 31.0 % de la enfermedad.

En la misma Estación Experimental del INIAP se realizó una investigación donde se procedió a tratar con químicos la semilla seca, semilla pregerminada y plántula con fungicidas utilizados para el control de hongos de la familia *Phytiaceae* como: propamocarb, metalaxil, cymoxamil + mancozeb, metalaxil + mancozeb, fosetil aluminio y otros como el carboxin y captan no ejercieron control sobre el vector.

Las malezas constituyen especies vegetales que hospedan a *P. graminis*. En malezas que se colectaron en plantaciones de arroz de las provincias de Guayas y Los Ríos se observó la presencia de los cistosoros en las células del sistema radical de *Brachiaria plantaginea*, *Cyperus ferax*, *C. luzulae*, *Echinochloa colonum*, *E. crusgalli*, *E. crusgallonis*, *Eleusine indica*, *Fimbristylis annua*, *Leptochloa filiformis*, *L. uninervia* y *Rottboellia cochinchinensis*. El sistema radical de estas malezas parasitadas con *P. graminis*, se pulverizó y se utilizó como inóculo para infestar a un suelo esterilizado. Los resultados indican que las plantas de arroz que se desarrollaron sobre este suelo se enfermaron al manifestar síntomas de bandeo clorótico y abortamiento de hoja y otros síntomas descritos de la enfermedad. No se descarta que otras especies de malezas hospeden a *P. graminis*.

Fauquet *et al.* (1988) demostraron que con inóculo de *P. graminis* que obtuvieron por

medio del lavado del sistema radical de las plantas de arroz con "entorchamiento" y con zoosporas que se liberaron en agua a partir de raíces que se sumergieron, sirvió para inocular un suelo esterilizado. Las plantas de arroz que crecieron en el suelo inoculado expresaron los síntomas del "entorchamiento".

De acuerdo a las investigaciones expuestas, realizadas con materiales de campos contaminados, como medidas preventivas para evitar la diseminación de la enfermedad se recomienda no realizar transporte de suelo de un lugar donde está presente la enfermedad a otros campos arroceros libre de ésta. Las maquinarias, equipos de labranza, herramientas y otros materiales utilizados en el proceso de producción de la gramínea se deben limpiar y luego desinfectar con cloro, a fin de que no constituyan medios de proliferación de vectores infectivos. Hay que descartar el uso de semilla de campos de arroz con problema de "entorchamiento" por el riesgo de infestación ya que en su cubierta puede llevar partículas de suelo con cistosoros portadores del RSNV.

Otra forma de contaminar nuevos sitios es a través del agua de riego por lo que deben tomarse medidas estrictas en el manejo de este, para no provocar la contaminación de otros campos arroceros.

BIBLIOGRAFÍA

Agrios, GN. 1997. Plant Pathology. 4 ed. San Diego, California. Academic Press. 635 p.

Delgado, FS. 2009. Identificación de malezas hospederas del *Polymyxa graminis* L. vector del virus del "entorchamiento" del arroz. (No publicada) Tesis Ing. Agr. Guayaquil, EC, Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias. 45 p.

Delgado, VV. 2007. Evaluación de alternativas físicas y químicas para el control de (*Polymyxa graminis* Ledingham) vector del Virus del "Entorchamiento" del Arroz. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, EC, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias. 55 p.

Fauquet, C.; Thouvenel, J.-C; Fargette, D.; Fishpool, LDC. 1988. Rice Stripe Necrosis: a soil-borne rod-shaped virus. In: Developments in Applied Biology II. Viruses with Fungal Vector, Eds. JI Cooper y MJ Asher. Wellesbourne, UK. A.A.B. p. 71-82.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2006. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). EC. p. 12.

Morales, FJ; Ward, E.; Castaño, M; Arroyave, JA; Lozano, I.; Adams, MJ. 1999. Emergence and partial characterization of rice stripe necrosis virus and its fungus vector in South America. European Journal of Plant Pathology. 105: 643-650.

Salazar, MM. 2006. Trasmisión Biológica del Virus del "Entorchamiento" del Arroz en Ecuador. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, EC, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias. 58 p.

