



ENFERMEDADES COMUNES EN EL CULTIVO DE ARROZ EN ECUADOR

Estación Experimental Litoral Sur
Manual No. 118



EL NUEVO
ECUADOR

Instituto Nacional de
Investigaciones Agropecuarias



**PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA**

Daniel Noboa Azín

MINISTRO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

Danilo Palacios

DIRECTOR EJECUTIVO INIAP

Raúl Jaramillo Velasteguí

DIRECTOR DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LITORAL SUR

Saúl Mestanza Velasco

AUTORES

Lenin Paz Carrasco

PALABRAS CLAVE

Arroz, hongos, virus, bacterias, nemátodos

DISEÑO

Unidad de Comunicación Social del INIAP

Primera Edición Electrónica: Enero de 2024

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

Av. Eloy Alfaro N30-350 y Av. Amazonas

Código postal: 170518 / Quito - Ecuador

www.iniap.gob.ec

CITA BIBLIOGRÁFICA DEL MANUAL

Paz, L. 2023. Enfermedades comunes en el cultivo de arroz en Ecuador. Yaguachi, EC, Estación Experimental Litoral Sur. 20p. (Manual No.118).

CRÉDITOS DE LAS FIGURAS DE LA PORTADA

Paz, L. 2023. Figuras de la portada: Enfermedades comunes en el cultivo de arroz en Ecuador. Yaguachi, EC, Estación Experimental Litoral Sur. Manual No. 118. [Figura].

Departamento de Protección Vegetal, Laboratorio de Fitopatología, Estación Experimental Litoral Sur, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Km 26 vía Durán Tambo, Yaguachi, Guayas, Ecuador.

**DISTRIBUCIÓN GRATUITA
PROHIBIDA SU VENTA**



EL NUEVO
ECUADOR

Instituto Nacional de
Investigaciones Agropecuarias



PREFACIO

Este manual sobre las Enfermedades Comunes en el Cultivo de Arroz en Ecuador tiene como propósito dar a conocer a los agricultores, productores, industriales arroceros y, a los estudiantes de colegios y universidades con enseñanzas en agronomía, agropecuaria y agroindustrial los principales organismos fitopatógenos que afectan a esta gramínea de importancia social y económica para el país.

La información está basada en la base de datos que dispone el Laboratorio de Fitopatología de la Estación Experimental Litoral Sur del INIAP.

Cada enfermedad que se describe está sustentada con material bibliográfico científico que orienta la característica de la misma. La no inclusión de un organismo identificado o detectado no constituye omisión alguna, más bien, se analizan con procesos investigativos que permitan llegar a determinar su rol en el cultivo de arroz.

L. Paz C.

AGRADECIMIENTO

Se deja constancia de agradecimiento a la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) que a través del Programa Nacional de Financiamiento para Investigación INÉDITA fue posible la investigación del Rice stripe necrosis virus y a su vector *Polymyxa graminis* por medio del proyecto de investigación PIC-18-INE-INIAP-001.

A Alexandra Reyes y a Jeanneth Muñoz del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) por el apoyo administrativo dado al proyecto de investigación mencionado.

Al Comité Técnico de la Estación Experimental Litoral Sur conformado por los profesionales en investigación científica: Roberto Celi, Carol Moncada, Ricardo Moreira, Daniel Navia, James Quiroz y Gladys Viteri y, al personal técnico de la Dirección de Gestión del Conocimiento Científico del INIAP por las críticas y sugerencias realizadas al documento.

A las doctoras Consuelo Estévez de Jensen y Lydia Rivera Vargas del Departamento de Ciencias Agroambientales de la Universidad de Puerto Rico - Recinto Universitario de Mayagüez por la revisión técnica y científica realizada a esta guía de enfermedades comunes en el cultivo de arroz en Ecuador.



ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS

PIRICULARIA O QUEMAZÓN

Organismo causal

La enfermedad de la piricularia o quemazón del arroz es causada por el hongo hemibiotrofo, *Magnaporthe oryzae* (Ascomycota, Pezizomycotina, Sordariomycetes, Sordariomycetidae, Magnaporthales, Magnaporthaceae), denominado previamente como *M. grisea* (T. T. Hebert) Barr (anamorfo = *Pyricularia oryzae* Cavara sinónimo *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc.) (Rossman et al., 1990, Couch y Kohn, 2002).

Pyricularia oryzae fue descrito de *Oryza sativa* y se lo utiliza para aislados que proceden del arroz. *Pyricularia grisea* fue descrito de *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. (sinónimo = *Panicum sanguinalis* L., *Digitaria fimbriata* Link) para aislados de otros cereales y gramíneas. Las diferencias entre las especies de *Magnaporthe* se determinaron por los análisis moleculares y de filogenia realizados para los genes de actina, β -tubulina y calmodulina. Los resultados permitieron esclarecer que la especie procedente de *Digitaria* y de otras gramíneas es biológicamente diferente a la especie que proviene de infecciones de arroz (Couch y Kohn, 2002).

Los conidios de *M. oryzae* son producidos individualmente en un conidióforo libre de forma simpoidal; presentan una morfología piriforme (semejante a una pera), son biseptados, de color hialino a oliva pálido con medidas de 14-40 x 6-13 μ m (Misra et al., 1994).

Síntomas

Los síntomas se presentan en toda la planta: hoja, collar de la hoja, tallo, nudo del tallo, nudo del cuello de la panícula, panícula y sistema radicular (Sesma y Osbourn, 2004).

En las hojas, se observan lesiones con geometría elipsoide, romboide o en forma de diamante de 1-1.5 cm de largo x 0.3-0.5 cm de ancho. Estas lesiones en sus inicios son de color blanco a verde grisáceo rodeado de un borde oscuro. Estas lesiones, toman una coloración blanca a grisácea con borde café rojizo. Finalmente, las lesiones llegan a unirse hasta que la hoja se marchita.

Cuando la lesión se expresa al inicio de la floración, las espiguillas de la panícula se quiebran o manifiestan un color blanquecino por estar parcialmente llenas o vacías, constituyendo de esta manera un daño de importancia económica (Ou, 1980).

Las infecciones del sistema radicular alcanzan los vasos del xilema hasta inducir en las partes aéreas de la planta de arroz los síntomas antes descritos (Sesma y Osbourn, 2004).

TIZÓN DE LA VAINA

Organismo causal

El tizón de la vaina es una enfermedad necrotrófica causada por el hongo, *Rhizoctonia solani* Kühn (Teleomorfo = *Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk) (*Basidiomycota*, *Agaricomycetes*, *Cantharellales*, *Ceratobasidiaceae*).

Este hongo parasita diversas especies herbáceas incluyendo vegetales, fréjoles, arroz, céspedes y en menor frecuencia árboles maderables. *Rhizoctonia* puede vivir como saprófito o como micorriza en orquídeas (Webster y Weber, 2007; Ogoshi, 1987).

El hongo forma: (i) **esclerocios**, estructura que le permite a *Rhizoctonia* adaptarse a diversas condiciones ambientales y sobrevivir de forma prolongada; además de ser, su medio de diseminación y, (ii) **basidiosporas** (espora sexual).

El himenio o superficie del cuerpo de fructificación donde se producen las basidiosporas es blanco y polvoso e inicia su formación, cuando la planta de arroz comienza la formación del primordio floral. La presencia del himenio se evidencia sobre la superficie externa y sana de la vaina y en hojas jóvenes. El basidio y las basidiosporas se forman en horas de la noche. Las basidiosporas son hialinas, ovales o elongadas (6-11 x 5-8 μm) (Hashiba y Kobayashi, 1996). Aunque las basidiosporas de *T. cucumeris* pueden causar infección, no juegan un rol de importancia epidemiológica en el desarrollo de la enfermedad (Lee y Rush, 1983).

Los esclerocios tienen un diámetro aproximado de 2 - 4 mm, presentando una morfología que puede ser esférica, semiesférica u oval. Al inicio del desarrollo de los esclerocios estos son de color blanco y, cuando alcanzan su madurez, toman una coloración café oscura. Cuando los esclerocios están maduros, estos flotan en la lámina de agua (Hashiba y Kobayashi, 1996).

En 1 000 cm³ de suelo colectado de 0 a 0.6 cm de profundidad se han cuantificado de 216 a 701 esclerocios, teniendo estos un porcentaje de viabilidad del 42.3 al 51.4 % (Lee y Rush, 1983). En condiciones *in vitro* de desarrollo del hongo se han obtenido en promedio la formación de 53 esclerocios.

Síntomas

Los síntomas causados por *R. solani* en la planta de arroz se manifiestan: (i) al nivel de la lámina de agua; (ii) por encima del nivel del agua o, (iii) sobre el nivel del suelo. Esto establece que el daño será evidente en la vaina de las hojas inferiores. Las lesiones son elipsoidales que primero son de color verde grisáceo de 2-3 cm. El centro de la lesión manifiesta una coloración blanca grisáceo acompañado de un margen estrecho de color café oscuro. Posteriormente, las lesiones aumentan hasta coalescer unas con otras con cambio de color a crema o pálido (blanquecino) circundado por un margen de color café o café-morado.



Las lesiones de *R. solani* pueden también ser observadas en cualquier parte de la hoja. Sin embargo, las lesiones pueden aparecer inicialmente en la parte externa de la hoja para extenderse hacia el interior de ella.

Las condiciones ambientales calurosas y húmedas favorecen a que la enfermedad afecte a todo el limbo de la hoja. La enfermedad se desarrolla de manera acelerada cuando la planta de arroz entra en la etapa de floración y llenado de granos. Temperaturas entre 28-32 OC, humedad relativa cercana al 95 % y baja luminosidad son condiciones favorables para que las hifas colonicen la parte superior de la planta y de este modo, diseminarse a plantas vecinas (Hashiba y Kobayashi, 1996; Banniza y Holderness, 2001).

Una afectación severa de esta enfermedad puede llegar a causar la muerte de la planta de arroz. A lo indicado, la severidad de la enfermedad también dependerá: (i) de las prácticas agronómicas (por citar un ejemplo, una alta densidad poblacional de plantas de arroz), (ii) de la fase de desarrollo de la planta de arroz en el tiempo en que llegó a dXXarse la infección, (iii) altos niveles de fertilización nitrogenada y (iv), variedades susceptibles de arroz al organismo (Singh et al., 2019).

PUDRICIÓN DE LA VAINA

Organismo causal

La enfermedad de la pudrición de la vaina es causada por el hongo *Sarocladium oryzae* (Sawada) W. Gams & D. Hawksworth (sinónimo de *Acrocyllidrium oryzae* Sawada) (Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreomycetidae, Hypocreales).

El hongo se caracteriza por producir micelio de color rosado pálido o blanco. Posee hifas septadas y el conidióforo, que es la estructura reproductiva asexual, es verticilado con uno o dos fiálides (célula conidiogénica de donde saldrán los conidios).

El conidio es unicelular, hialino con morfología cilíndrica, fusiforme, frecuentemente se presenta curvado y su medida fluctúa entre 3.5-9 x 1-2.5 μm (Bigirimana et al., 2015; Ou, 1985; Sakthivel, 2001).

Sarocladium oryzae penetra a la planta de arroz a través de los estomas y de las heridas ocasionadas por insectos, ácaros y por un debilitamiento fisiológico de la planta de arroz por determinados factores tipo abiótico.

Síntomas

Los síntomas más evidentes se presentan en las hojas comprometidas con la salida de la panícula. Se observa pudrición que provoca un encerramiento o apesamiento de la panícula evitando su emergencia.

Las lesiones iniciales son oblongas o manchas ovales irregulares con margen de color marrón a rojizo (tendencia a ser de color pardo) con un centro de color grisáceo de 0.5-1.5 cm de longitud. Puede darse el caso que la lesión se manifieste de color café grisáceo. Generalmente, las lesiones se alargan y coalescen, cubriendo toda la superficie de la hoja. La hoja bandera puede descolorarse expresando un café rojizo.

En el interior de las hojas, *S. oryzae* llega a desarrollar un micelio blanco con abundante esporulación.

En infecciones severas de la enfermedad, la salida de la panícula es parcial. Si no llega a emerger la panícula de arroz, esta llega a pudrirse en el interior de la vaina envolvente y las espiguillas tomarán un color rojo café a café oscuro.

Las panículas de arroz que llegan a emerger producen espiguillas descoloridas de un color café rojizo a café oscuro.

Esta enfermedad también provoca que las semillas o los granos de arroz se presenten quebrados generando una reducción de espiguillas por espiga. Hay casos en que esta enfermedad puede causar esterilidad en las espiguillas (Ou, 1985; Groth y Lee, 2003; Pearce et al., 2001; Sakthivel, 2001).



PUDRICIÓN NEGRA O PUDRICIÓN DEL PIE

Organismo causal

La pudrición negra o pudrición del pie es causada por el hongo *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx & D.L. Olivier (sinónimo de *Ophiobolus oryzinus* Sacc.). (Ascomycota, Sordariomycetes, Diaporthomycetidae, Magnoporthales, Magnoporthaceae). Su estado anamorfo es *Phialophora* sp.

Está subdividido en tres variedades (var.) taxonómicas de acuerdo: (i) a los hospederos vegetales que parasitan, (ii) a la morfología de su peritecio (estructura reproductiva sexual), (iii) a las ascosporas y (iv), al hifopodio (una estructura con similitud a un apresorio).

La variedad taxonómica que afecta al arroz es *G. graminis* var. *graminis*. Las ascosporas presentan medidas promedio de 85 - 100 x 2.5-3.0 μm con un hifopodio simple y de morfología lobulada (Walker, 1972; Tan et al., 1994; Peixoto et al., 2013).

Síntomas

Gaeumannomyces graminis var. *graminis* es un hongo ectotrófico, sus hifas inician el proceso de infección en el sistema radicular de la planta de arroz. Posteriormente, se desarrolla una necrosis que se extiende hacia la base del tallo que, con el tiempo, se tornará más severa (Hawerroth et al., 2017). Es común observar la presencia de hifas e hifopodios en la primera hoja de la vaina; y peritecios, en los tejidos necrosados del sistema radicular y de la vaina (Datnoff et al., 1992; Hawerroth et al., 2017).

El daño provoca a que la planta de arroz tenga: (i) una disminución de macollas y (ii), una madurez prematura de la espiga con poco llenado de los granos de las espiguillas. La enfermedad también incita a la reducción de la actividad de fotosíntesis por afectación de las hojas del tercio inferior de la planta de arroz (Groth, 1992).

FALSO CARBÓN

Organismo causal

El falso carbón es causado por el hongo biotrófico, *Ustilaginoidea virens* (Cooke) Takahashi, que corresponde a su estado anamorfo. Su teleomorfo es *Villosiclava virens* (Ascomycota, Ascomycetes, Sordariomycetes, Hypocreales, Clavicipitaceae). En su fase anamorfa desarrolla clamidosporas y, en la teleomorfa, ascosporas.

Síntomas

Inicialmente, *U. virens* causa daño a las espiguillas del arroz a través de infecciones en los filamentos de las anteras en la fase reproductiva. Las hifas del hongo comienzan a desarrollarse por el ápice de las espiguillas entre, una pequeña abertura existente entre la lemma y la palea y después, en la superficie interna de estas (Ashizawa et al., 2012).

La infección alcanza a los órganos florales como las anteras, estigmas, filamentos y lodículos. Posteriormente, los órganos florales llegan a cubrirse de hifas y las espiguillas manifestarán desarrollo de micelio blanco. La infección afectará la polinización reduciendo de esta forma la fertilización de los ovarios (Jiehua et al., 2019).

Una evidente infección de esta enfermedad es la presencia de clamidosporas formando bolas en las espiguillas y, manifestando un color anaranjado o amarillento a verde que finalmente se tornará negro verdoso. Estas bolas que se forman son productos de una infección simple o de múltiples infecciones de aislados de *U. virens* que pueden estar presentándose al momento de inicio de la infección. Se ha demostrado que diferentes aislados de este hongo pueden infectar el mismo grano o a diferentes granos y además, un grano puede llegar a ser infectado por uno o por varios aislados del hongo (Yu et al., 2013).

La presencia de bolas del falso carbón no afecta las células de los ovarios lo que demuestra que *U. virens* es un parásito biotrófico intercelular (Tang et al., 2013).



ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

HOJA BLANCA O CINTA BLANCA

Organismo causal

La enfermedad de la hoja blanca o cinta blanca lo causa el *Rice hoja blanca virus* (RHBV) (*Riboviria*, *Negarnaviricota*, *Polyploviricotina*, *Elliovirecetes*, *Bunyavirales*, *Phenuiviridae*, *Tenuivirus*). Su genoma está compuesto por ácido ribonucleico (ARN) de una sola cadena conformada por cuatro o más segmentos genómicos.

Es transmitido por el insecto *Tagosodes orizicolus* Muir (*Homoptera: Delphacidae*) conocido comúnmente como sogata.

Para su transmisión por el insecto vector es necesario que el virus pase por tres periodos: (i) adquisición del virus a partir de una planta de arroz infectada con el RHBV, (ii) incubación (latencia) del RHBV en el insecto (replicación del virus dentro del insecto) y (iii), transmisión del RHBV por el insecto virulífero a una planta sana de arroz.

Además, es de considerar que el RHBV puede llegar a ser transmitido de forma transovárica por hembras virulíferas a su progenie (Zeigler y Morales, 1990; Jennings y Pineda, 1971).

Síntomas

Como la infección viral es sistémica, la planta de arroz que está en continuo desarrollo, manifestará rayas cloróticas, moteado en los tallos y clorosis total en hojas y en macollas. En las hojas jóvenes se observan manchas de color crema. Otros síntomas son retraso en el desarrollo de hojas y macollas. Además, las panículas que provienen de macollas infectadas con el RHBV pueden manifestar completa esterilidad, deformidad y pérdida de color en sus espiguillas (Zeigler et al., 1988). Este daño favorece la reducción o no producción de granos en la panícula, tomando una posición de geometría vertical después de la floración. Todo el sistema radicular toma una coloración parda e incluso, puede manifestar una pudrición, comprometiendo la morfología y la fisiología de la raíz (Mew et al., 2018).

ENTORCHAMIENTO

Organismo causal

El entorchamiento del arroz es provocado por el *Rice stripe necrosis virus* (RSNV) (*Riboviria, Benyviridae, Benyvirus*). Su genoma viral es de ARN de una sola cadena con sentido positivo, está fragmentado (Lozano y Morales, 2009). El RSNV es transmitido por el cercozo *Polymyxa graminis* (*Chromista, Rhizaria, Retaria, Endomyxa, Proteomyxia, Phytomyxea, Plasmodiophorida*) (Cavalier-Smith et al., 2018).

El mecanismo de transmisión biológica del RSNV por *P. graminis* es in vivo una característica que se asemeja a una transmisión persistente (Adams, 1991; Campbell, 1996).

Síntomas

Los síntomas en plantas susceptibles son: muerte de la planta en etapa temprana de desarrollo, deformación abrupta de la planta, separación de tallos, rayado clorótico o amarillo del limbo con una necrosis posterior, necrosis en los tallos y en el sistema radicular. La pérdida significativa de masa radicular tiene repercusiones negativas en el rendimiento (Paz, 2019).



ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS

MANCHADO DEL GRANO

Organismo causal

La enfermedad del manchado del grano es causada por la bacteria Gram negativa aeróbica, *Pseudomonas fuscovaginae* (ex Tanii, Miyajima & Akita 1976) Miyajima, Tanii & Akita 1983) (*Proteobacteria*, *Gammaproteobacteria*, *Pseudomonales*, *Pseudomonadaceae*). Su morfología tiene similitud a un bastón con terminaciones redondas y medidas de 0.5-0.8 x 2.0-3.5 µm. Posee de uno a cuatro flagelos polares (Miyajima et al., 1983).

Síntomas

Al momento de haber empezado la antesis se observan los síntomas iniciales del manchado del grano; este aparece sobre las glumas a las 48 horas de emerger la espiga. Las glumas de la parte superior son las primeras en mancharse descendiendo el daño a la porción inferior. En siete días todas las espiguillas presentarán manchas. La mancha inicial es irregular de color pardo claro imperceptible llegando a tornarse color pardo oscuro y abarcando toda la superficie de las glumas. Internamente las estructuras florales en las espiguillas se necrosan y se destruyen por la pudrición acuosa. Las anteras que se encuentran comprometidas por la pudrición se adhieren a la parte superior e interna de las glumas. Complementario a este daño, también es notoria la presencia de una mancha irregular en la vaina de color pardo o que llega a manifestarse después del manchado del grano a los 15 días de haber sido expuesta la espiga y, con un desarrollo ascendente del manchado desde la base de la vaina hasta alcanzar la parte superior que rodea a la panícula (Espinoza et al., 1987; Zeigler y Álvarez, 1987; Zeigler y Álvarez, 1990; Cottyn et al., 1996a; Cottyn et al., 1996b; Kim y Choi, 2015).

Consideración:

Localmente en semillas de arroz se ha identificado a los hongos *Aspergillus*, *Bipolaris*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Gaeumannomyces*, *Nigrospora*, *Penicillium* y *Sarocladium* y otros géneros de hongos.

En granos manchados se han recuperado aislados de bacterias que provocan síntomas de necrosis cuando son inoculadas en el tallo de la planta de arroz para determinar su virulencia.

No existen estudios epidemiológicos relacionados con este complejo de organismos. Diversos factores entre ellos los de tipo abiótico, fecha de siembra, granos con glumas abiertas, exceso de fertilización nitrogenada, aplicación de tratamientos químicos para un determinado control y prácticas culturales no adecuadas, deberán ser consideradas en investigaciones que permitan esclarecer el manchado de la panícula.

Se debe además de, corroborar con pruebas de patogenicidad los organismos identificados y estudiar las interacciones entre las especies de los organismos aislados de las semillas con o sin patología de manchado. Por mencionar, la presencia de *Bipolaris* puede afectar el tejido foliar mientras que, *Curvularia* y *Nigrospora*, pueden estar causando daño a la panícula y a los granos de arroz.

AÑUBLO DE LA PANÍCULA

Organismo causal

El añublo de la panícula también conocido como pudrición de los granos es causado por la bacteria, *Burkholderia glumae* (Kurita y Tabei 1967) (*Proteobacteria, Betaproteobacteria, Burkholderiales, Burkholderiaceae*). Esta bacteria es Gram negativa, aeróbica, no fluorescente en forma de bastón y con terminaciones redondas con medidas de 0.5-1.0 x 1.5-3.0 μm . Puede poseer de dos a cuatro flagelos polares (Urakami et al., 1994). Esta especie de bacteria expresa la toxina toxoflavina, lipasas, PehA y PehB poligalacturonasa, KatG catalasa y el sistema de secreción Hrp tipo III considerados ellas como determinantes de virulencia (Naughton et al., 2016).

Síntomas

Esta bacteria afecta a la panícula y las plántulas de arroz. La bacteria causa vaneamiento de las espiguillas o panículas cuyas espiguillas están parcialmente llenas. Estos dos daños promueven la geometría vertical de la panícula. La lemma y la palea manifiestan externamente un manchado de color café claro. En el limbo se manifiesta una mancha irregular pálida que se extiende por toda la superficie quedando totalmente descolorida (Paz et al., 2018).



ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMÁTODOS

NEMÁTODO AGALLADOR O NODULADOR

Organismo causal

El agallamiento o presencia de nódulos en el sistema radicular de las plantas de arroz es causado por *Meloidogyne graminicola* Golden & Birchfield 1965 (*Metazoa, Nematoda, Meloidogyridae*), un nemátodo endoparásito sedentario obligado.

Este nemátodo se adapta fácilmente a diversos ecosistemas de producción del cultivo de arroz.

Se reproduce por partenogénesis meiótica facultativa. Es decir, cuando los machos están presentes y entran en contacto con la hembra se da el proceso de la anfigonía; en ausencia del macho, ocurre la partenogénesis. *M. graminicola* tiene una fase exofítica en el suelo y una fase endofítica en la cual invade la zona de elongación de la raíz. Una vez en el interior de la raíz, el estado juvenil J2 migra intercelularmente en la corteza hasta llegar a alcanzar el ápice de la raíz, infestando el meristemo. Este nemátodo migra hacia el cilindro vascular diferenciado. Una vez que alcanza la zona de desarrollo del protoxilema, *Meloidogyne* perfora las células para establecer un sitio de alimentación permanente convirtiéndose en sedentario. El desarrollo y reproducción del nemátodo va a depender del establecimiento del sitio de alimentación formado por células gigantes dentro de la raíz. Durante el parasitismo, *Meloidogyne* mantiene una relación íntima con su hospedero (Castagnone-Sereno et al., 2013).

Síntomas

En el sistema radicular principalmente en el ápice de la raíz se observa agallas con una morfología similar a un gancho o anillo. Es frecuente encontrar tejido engrosado que aparenta estar sano ya que es posible detectar en esa área la presencia de huevos y de hembras de *M. graminicola*. Este daño altera el transporte normal de agua y la asimilación de nutrientes derivadas del suelo. La planta de arroz manifiesta otros síntomas como: pérdida de su vigor y retraso en su desarrollo, clorosis y amarillamiento de las hojas y reducción en el número de macollas. En condiciones de campo se observan parches en los predios, reduciendo la producción de arroz (Triviño y Figueroa, 1993; Jain et al., 2012; Mantelin et al., 2017).

PUNTA BLANCA DE LA HOJA DE ARROZ

Organismo causal

La punta blanca de la hoja de arroz es causada por el nemátodo ectoparasítico, *Aphelenchoides besseyi* Christie 1942 (*Metazoa, Nematoda, Secermentea, Tylenchida, Aphelenchina, Aphelenchoidea, Aphelenchoididae, Aphelenchoidinae*).

Es un nemátodo que es diseminado a través de la semilla. El nemátodo deposita sus huevos en las axilas de las hojas y en las flores de las espiguillas. El incremento en el número de nemátodos ocurre cuando en la planta de arroz sucede un macollamiento tardío. El nemátodo está asociado con la fase reproductiva de la planta de arroz. Entra por las espiguillas antes que se efectúe la antesis para luego alimentarse ectoparasíticamente en los ovarios, estambres, lodículos y en el embrión. Es importante indicar, que *A. besseyi* es abundante en la superficie externa de las glumas y entra, cuando se separan durante la antesis. *A. besseyi* se reproduce por anfimixis y por partenogénesis (Duncan y Moens, 2006).

Síntomas

En la punta de las hojas nuevas se observa una marcada clorosis que eventualmente llega a necrosarse. El resto de la hoja manifiesta una apariencia normal. La hoja bandera puede manifestar arrugamiento y distorsión provocando un encerramiento de la panícula; esta a su vez, llega a distorsionarse como una respuesta a la reducción en el número y tamaño de granos. La viabilidad y porcentaje de germinación de la semilla afectada por *A. besseyi* es baja. Las plantas que provienen de semillas infectadas se ven afectadas en vigor y en altura (Duncan y Moens, 2006; Jones et al., 2013).



GESTIÓN DE MANEJO DE ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE ARROZ

En condiciones normales de producción del cultivo de arroz y para que se desarrolle una enfermedad es importante que el ambiente sea favorable al patógeno; o sea, al organismo parásito que tiene la capacidad de causar una enfermedad infecciosa. A su vez, la planta de arroz tendrá que ser genéticamente susceptible al patógeno.

Además, existen enfermedades no infecciosas que son provocadas por factores abióticos. Para citar algunos ejemplos nos referimos: alta concentración de CO₂, pH de suelo no adecuado, un balance fisiológico no satisfactorio de carbono de acuerdo al metabolismo celular de la planta de arroz, déficit o exceso de agua en el suelo, temperaturas extremas intolerables para la planta de arroz (frío o calor), deficiencia o exceso de radiación solar, deficiencia o exceso de nutrientes en el suelo, desequilibrio de los nutrientes del suelo, metales pesados en el suelo, salinidad del suelo y del agua, toxicidad causada por elementos minerales, ausencia o exceso de luz, carencia de oxígeno, contaminación del ambiente, toxicidad por agroquímicos y, prácticas culturales inadecuadas.

Para la gestión de manejo de enfermedades infecciosas se deben utilizar métodos y principios de control para el patógeno caracterizado de una manera estratégica y acertada.

Además, es necesario disponer de estudios epidemiológicos para cada una de las enfermedades en la localidad donde se manifiesta ella.

La información obtenida a través de investigaciones de la Estación Experimental Litoral Sur del INIAP que, en conjunto con las experiencias de los agricultores de arroz, permitirán desarrollar una gestión de manejo efectiva a los problemas fitosanitarios, fomentando como fin la sostenibilidad de la producción de arroz y la seguridad alimentaria en el país.

FIGURAS DE LAS ENFERMEDADES DESCRITAS

ENFERMEDADES CUSADAS POR HONGOS



Tizón de la Vaina^{1/}



Piricularia^{1/}



Pudrición de la Vaina^{1/}



Pudrición Negra^{1/}



Falso Carbón^{1/}

ENFERMEDADES CUSADAS POR VIRUS



Hoja Blanca^{1/}



Entorchamiento^{1/}



ENFERMEDADES CUSADAS POR BACTERIAS

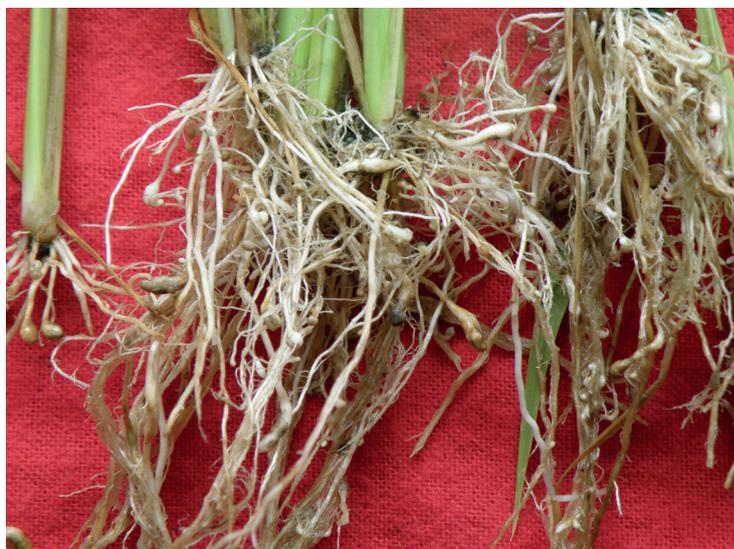


Añublo de la Panícula^{1/}



Manchado del Grano^{2/}

ENFERMEDADES CUSADAS POR NEMÁTODOS



Nemátodo Agallador^{1/}

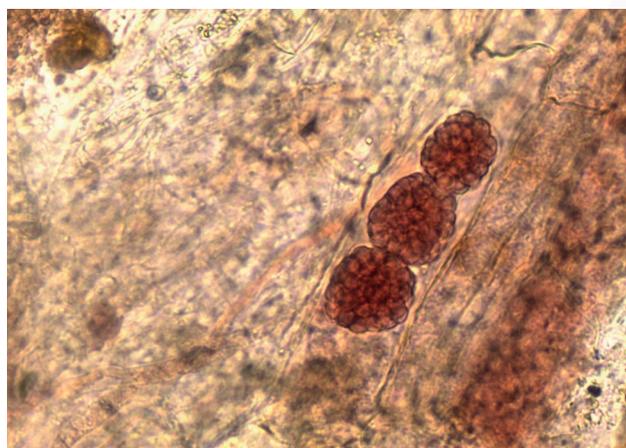


Punta Blanca de la Hoja de Arroz^{3/}

VECTORES



Tagosodes orizicolus
vector del RHB^{1/}



Cistosoros de *Polymyxa graminis*
vector del RSNV

CRÉDITOS DE LAS FIGURAS

1/ Paz, L. 2023. Figuras de las enfermedades descritas Piricularia, Tizón de la Vaina, Pudrición de la Vaina, Pudrición Negra, Falso Carbón, Hoja Blanca, Entorchamiento, Añublo de la Panícula, Nemátodo Agallador. [Figura].

1/ Paz, L. 2023. Figuras de vectores de las enfermedades virales descritas: *Tagosodes orizicolus*, cistosoros. [Figura].

2/ Vera Cruz, C; Opulencia, R. 2020. Bacterial sheath brown rot [Fact sheets]. [Figura]. Recuperado de http://www.knowledgebank.irri.org/decision-tools/rice-dotor/rice-doctor-fact-sheets/item/bacterial-sheath-brown-rot?category_id=345

3/ Navia, D. 2023. Figuras de las enfermedades descritas Punta Blanca de la Hoja de Arroz. [Figura].



LITERATURA CITADA

Adams, MJ. 1991. Transmission of plant viruses by fungi. *Annals of Applied Biology* 118(2):479-492

Ashizawa, T; Takahashi, M; Arai, M; Arie, T. 2012. Rice false smut pathogen, *Ustilagoidea virens*, invades through small gap at the apex of a rice spikelet before heading. *Journal of General Plant Pathology* 78(4):255-259.

Banniza, S; Holderness, M. 2001. Rice sheath blight-pathogen biology and diversity. En: S. Sreenivasaprasad; R. Johnson (Eds.). *Major fungal diseases of rice. Recent advances*, pp. 201-211. Springer-Science+Business Media, B. V.

Bigirimana, VP; Hua, GKH; Nyamangyoku, OI; Hfte, M. 2015. Rice sheath rot: An emerging ubiquitous destructive disease complex. *Frontiers in Plant Science* 6:1066.

Campbell, RN. 1996. Fungal transmission of plant viruses. *Annual Review of Phytopathology* 34:87-108.

Castagnone-Sereno, P; Danchin, E; Perfus-Barbeoch, L; Abad, P. 2013. Diversity and evolution of root-knot nematodes, genus *Meloidogyne*: new insights from the genomic era. *Annual Review of Phytopathology* 51:203-220.

Cavalier-Smith, T; Chao, EE; Lewis, R. 2018. Multigene phylogeny and cell evolution of chromist infrakingdom Rhizaria: contrasting cell organisation of sister phyla Cercozoa and Retaria. *Protoplasma* 255 (5):1517-1574.

Cottyn, B; Cerez, MT; Van Outryve, MF; Barroga, J; Swings, J; Mew, TW. 1996a. Bacterial diseases of rice. I. Pathogenic bacteria associated with sheath rot complex and grain discoloration of rice in the Philippines. *Plant Disease* 80(4):429-437.

Cottyn, B; Van Outryve, MF; Cerez, MT; De Cleene, M; Swings, J; Mew, TW. 1996b. Bacterial diseases of rice. II. Characterization of pathogenic bacteria associated with sheath rot complex and grain discoloration of rice in the Philippines. *Plant Disease* 80(4):438-445.

Couch, BC; Kohn, LM. 2002. A multilocus gene genealogy concordant with host preference indicates segregation of a new species, *Magnaporthe oryzae*, from *M. grisea*. *Mycologia* 94(4):683-693.

Datnoff, LE; Elliott, ML; Jones, DB. 1992. Black sheath rot caused by *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis* on rice in Florida. *Plant Disease* 77(2):210.

Duncan, LW; Moens, M. 2006. Migratory endoparasitic nematodes. En: R. N. Perry y N. Moens (Eds.). *Plant Nematology*, pp. 146-148. CABI, Reino Unido.

Espinoza, A; Armijos, F; Figueroa, M; Intriago, M. 1987. Manchado del Grano. En: Informe Técnico Anual 1987. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Boliche, Laboratorio de Fitopatología, pp. 8-14. Yaguachi, Guayas, Ecuador.

Groth, D. 1992. Crown sheath rot. En: R. K. Webster y P. S. Gunnell (Eds.). Compendium of rice diseases, p. 26. APS Press, Minnesota, Estados Unidos de Norteamérica.

Groth, D; Lee, F. 2003. Rice diseases. En: C. Wayne Smith; Robert H. Dilday (Eds.). Rice: origin, history, technology, and production, pp. 413-436. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, Estados Unidos de Norteamérica.

Hashiba, T; Kobayashi, T. 1996. Rice diseases incited by Rhizoctonia species. En: B. Sneh; S. Jabaji-Hare; S. Neate y G. Dijkstra (Eds.). Rhizoctonia species: Taxonomy, molecular biology, ecology, pathology and disease control, pp. 331-340. Springer-Science+Business Media, B.V.

Hawerth, C; Araujo, L; Ávila, F. 2017. Infection process of *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis* on the roots and culms of rice. Journal of Phytopathology 165:692-700.

Jain, RK; Khan, MR; Kumar, V. 2012. Rice root-knot nematode (*Meloidogyne graminicola*) infestation in rice. Archives of Phytopathology and Plant Protection 45(6):635-645.

Jennings, PR; Pineda, A. 1971. The effect of the hoja blanca virus on its insect. Phytopathology 61:142-143.

Jiehua, Q; Shuai, M; Yizhen, D; Shiwen, H; Yanjun, K. 2019. *Ustilaginoidea virens*: A fungus infects rice flower and threatens world rice production. Rice Science 26(4):199-206.

Jones, J; Haegeman, A; Danchin, EGJ; Gaur, HS; Helder, J; Jones, MGK; Kikuchi, T; Manzanilla-López, R; Palomares-Rius, JE; Wesemael, WML; Perry, R. 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. Molecular Plant Pathology 14(9):946-961.

Kim, J; Choi, O. 2015. First report of sheath brown rot of rice caused by *Pseudomonas fuscovaginae* in Korea. Plant Disease 99(7):1033.

Lee, FN; Rush, MC. 1983. Rice sheath blight: A major rice disease. Plant Disease 67(7):829-832.

Lozano, I; Morales, F. 2009. Molecular characterisation of *Rice stripe necrosis virus* as a new species of the genus Benyvirus. European Journal of Plant Pathology 124(4):673-680.



Mantelin, S; Bellafiore, S; Kyndt, T. 2017. *Meloidogyne graminicola*: A major threat to rice agriculture. *Molecular Plant Pathology* 18(1):3-15.

Mew, TW; Hibino, H; Savary, S; Vera Cruz, CM; Oplencia, R; Hettel, GP (Eds.). 2018. Rice diseases: Biological and selected management. International Rice Research Institute (IRRI), Manila, Filipinas. <http://rice-diseases.irri.org>.

Misra, JK; Merca, SD; Mew, TW. 1994. Fungal pathogens. En: T. W. Mew y J. K. Misra (Eds.). A manual of rice seed health testing, pp. 83-84. International Rice Research Institute (IRRI), Manila, Filipinas.

Miyajima, K; Tanii, A; Akita, T. 1983. *Pseudomonas fuscovaginae* sp. nov., nom. rev. *International Journal of Systematic Bacteriology* 33(3):656-657.

Naughton, LM; An, S-q; Hwang, I; Chou, S-H; He, Y-Q; Tang, J-L; Ryan, R; Dow, M. 2016. Functional and genomic insights into the pathogenesis of *Burkholderia* species to rice. *Environmental Microbiology* 18(3):780-790.

Ou, SH. 1980. A look at worldwide rice blast disease control. *Plant Disease* 64(5):439-445.

Ou, SH. 1985. Sheath rot. En: Rice diseases. 2 ed. Commonwealth Mycological Institute, pp. 291-294.

Ogoshi, A. 1987. Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kühn. *Annual Review of Phytopathology* 25:125-143.

Paz, L; Intriago, L; Basso, M; Celi, R. 2018. Prevalence of *Burkholderia glumae* in rice crops in Ecuador. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 102(1-2):65-78.

Paz, L. 2019. Entorchamiento del Arroz. INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ecuador) / SENESCYT (Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, Ecuador) / PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Ecuador). Yaguachi, Guayas, Ecuador. 6 p. (Plegable No. 442).

Pearce, DA; Bridge, PD; Hawksworth, DL. 2001. Species concept in *Sarocladium*, the causal agent of sheath rot in rice and bamboo blight. En: S. Sreenivasaprasad; R. Johnson (Eds.). Major fungal diseases of rice. Recent advances, pp. 285-292. Springer-Science+Business Media, B. V.

Peixoto, CN; Ottoni, G; Filippi, MCC; Silva-Lobo, VL; Prabhu, AS. 2013. Biology of *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis* isolates from rice and grasses and epidemiological aspects of crown sheath rot of rice. *Tropical Plant Pathology* 38(6):495-504.

Rossmann, A; Howard, RJ; Valent, B. 1990. *Pyricularia grisea*, the correct name for the rice blast disease fungus. *Mycologia* 82(4):509-512.

Sakthivel, N. 2001. Sheath rot disease of rice: Current status and control strategies. En: S. Sreenivasaprasad; R. Johnson (Eds.). Major fungal diseases of rice. Recent advances, pp. 271-283. Springer-Science+Business Media, B. V.

Sesma, A; Osbourn, A. 2004. The rice leaf blast pathogen undergoes developmental processes typical of root-infecting fungi. *Nature* 431:582-586.

Singh, P; Mazumdar, P; Harikrishna, JA; Babu, S. 2019. Sheath blight of rice: a review and identification of priorities for future research. *Planta* 250:1387-1407.

Tan, MK; Wong, PTW; Holley, MP. 1994. Characterization of nuclear ribosomal DNA (rDNA) in *Gaeumannomyces graminis* and correlation of rDNA variation with *G. graminis* varieties. *Mycological Research* 98(5):553-561.

Tang, YX; Jin, J; Hu, DW; Yong, ML; Xu, Y; He, LP. 2013. Elucidation of the infection process of *Ustilaginoidea virens* (teleomorph: *Villosiclava virens*) in rice spikelets. *Plant Pathology* 62(1):1-8.

Triviño, C; Figueroa, M. 1993. Los nemátodos del arroz y su control. Yaguachi, EC, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Boliche. 10 p. (Boletín Divulgativo No. 241).

Urakami, T; Ito-Yoshida, C; Araki, H; Kijima, T; Suzuki, K-I; Komagata, K. 1994. Transfer of *Pseudomonas plantarii* and *Pseudomonas glumae* to *Burkholderia* as *Burkholderia* spp. and description of *Burkholderia vandii* sp. nov. *International Journal of Systematic Bacteriology* 44(2):235-245.

Walker, J. 1972. Type studies on *Gaeumannomyces graminis* and related fungi. *Transactions British Mycological Society* 58(3):427-457.

Webster, J; Weber, RWS. 2007. Introduction to fungi. 3 ed. Cambridge University Press, pp. 595-598.

Yu, MN; Chen, ZY; Yu, JJ; Hu, JK; Yin, XL; Nie, YF; Liu, YF. 2013. Genetic diversity and pathogenicity of *Ustilaginoidea virens* isolated from different rice false smut balls of a diseased spike. *Acta Phytopathologica Sinica* 43(6):561-573.

Zeigler, RS; Álvarez, E. 1987. Bacterial sheath brown rot of rice caused by *Pseudomonas fuscovaginae* in Latin America. *Plant Disease* 71(7):592-597.

Zeigler, RS; Rubiano, M; Pineda, A. 1988. A field screening method to evaluate rice breeding lines for resistance to the hoja blanca virus. *Annals of Applied Biology* 112(1):151-158.

Zeigler, RS; Álvarez, E. 1990. Characteristics of *Pseudomonas* spp. causing grain discoloration and sheath rot of rice, and associated pseudomonad epiphytes. *Plant Disease* 74(11):917-922.

Zeigler, RS; Morales, FJ. 1990. Genetic determination of replication of *Rice hoja blanca virus* within its planthopper vector, *Sogatodes oryzicola*. *Phytopathology* 80(6):559-566.



*Al servicio
de las personas
y las naciones*

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR,
CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN



INÉDITA

PROGRAMA NACIONAL DE FINANCIAMIENTO
PARA INVESTIGACIÓN



**EL NUEVO
ECUADOR**

**Instituto Nacional de
Investigaciones Agropecuarias**



@iniapecuador



@iniapec



@iniapecuador

www.iniap.gob.ec