



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

MAESTRIA EN PRODUCCION VEGETAL

**EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE INÓCULO DE *SCLEROTIUM ORYZAE* EN
RELACIÓN CON LA INCIDENCIA DE LA PODREDUMBRE DEL TALLO EN ARROZALES DE LA
PROVINCIA DE CORRIENTES**

TESISTA: Ing. Agr. María Águeda Cúndom

JTP. Fitopatología, Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE.

DIRECTORA: Dra. Silvia Edith López

Prof. Micología - Fitopatología. Investigador Adjunto (CONICET).

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

CO-DIRECTOR: Dr. Orlando Fabián Popoff

Prof. Adj. Morfología Vegetal. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y
Agrimensura. JTP. Morfología de Plantas Vasculares, Facultad de
Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Nordeste.

2010

AGRADECIMIENTOS

A mi familia que me acompaño y alentó en todo este proceso principalmente a mis sobrinos.

A mis amigas Ángela Sosa López, Alicia Castillo y Macarena Casuso, por sus cariños y apoyo incondicional.

A mi Directora de tesis Dra. Silvia E. López por su apoyo y asesoramiento para llevar a cabo la realización de este trabajo, y a mi co-director Dr. Orlando Popoff.

Al Dr. Pedro Sansberro, por su asesoramiento, dedicación y predisposición a dar soluciones.

A la Dra. Silvia M. Mazza por su ayuda técnica y personal.

A mis compañeros de maestría por los momentos compartidos.

A mis compañeros de la Cátedra de Fitopatología, FCA.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y Universidad Nacional del Nordeste por brindarme la oportunidad de perfeccionarme.

A todos los que de una forma u otra hayan brindado su apoyo y estímulo para el desarrollo de este trabajo.

INDICE

	PÁGINA
CARATULA	I
AGRADECIMIENTOS	II
INDICE.....	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT.....	V
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1-15
HIPOTESIS	16
	16
OBJETIVO GENERAL.....	16
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	16
MATERIALES Y METODOS	17-23
RESULTADOS	24-45
DISCUSION	46
CONCLUSIONES.....	47
BIBLIOGRAFIA.....	48-50

RESUMEN

Evaluación del potencial de inóculo de *Sclerotium oryzae* en relación con la incidencia de la podredumbre del tallo en arrozales de la provincia de Corrientes

La podredumbre del tallo del arroz, es una enfermedad registrada en la mayor parte de las regiones del cultivo de arroz en el mundo y una de las más importantes en la región arrocería litoral de la Argentina. El organismo causal es comúnmente encontrado como esclerocios (*Sclerotium oryzae*).

Los esclerocios se producen en forma abundante en las vainas foliares y tallos infectados de arroz; luego son incorporados al suelo a través de las diferentes prácticas de manejo, y son capaces de permanecer viables por varios años en ausencia del hospedante.

El objetivo de este trabajo fue relacionar el número y viabilidad de esclerocios de *S. oryzae* presentes en el suelo antes de la siembra con la incidencia y severidad de la enfermedad en el cultivo, en la provincia de Corrientes, en dos campañas agrícolas (2007-2008 y 2008-2009).

Cada año se recolectaron muestras de suelo de 23 lotes comerciales de la provincia de Corrientes para evaluar esclerocios viables por gramo de suelo por la técnica de Krause y Webster. La escala propuesta por los mismos autores, modificada, se usó para estimar la enfermedad en los estados de desarrollo M7-M8.

La población de *S. oryzae* mostró gran variabilidad entre las distintas zonas agroecológicas, entre departamentos, e incluso entre los diferentes lotes dentro de una misma arrocería en la provincia de Corrientes.

Los valores de esclerocios viables por gramo de suelo obtenidos fueron de 0,025 a 1,03. Los de incidencia y severidad de la enfermedad variaron entre 1,02 a 87 %, y 1,01 a 2,47, respectivamente.

Considerando todos los datos de cada arrocería y por año, los coeficientes de correlaciones de Pearson entre esclerocios viables e incidencia y severidad de la podredumbre del tallo, manifestaron correlaciones positivas.

Palabras claves: *Oryza sativa*, *Magnaporthe salvinii*, esclerocios, viabilidad.

ABSTRACT

Assessment of inoculum potential of *Sclerotium oryzae* in relation to the incidence of stem rot of rice in the province of Corrientes

Stem rot is a serious disease of rice recorded in most rice-growing regions of the world, and it is one of the most important diseases in the rice producing areas of North-eastern Argentina. The causal agent is often found in the form of sclerotia (*Sclerotium oryzae*).

A large quantity of sclerotia is produced in infected rice leaf sheaths and stems. The sclerotia can be incorporated to the soil through different management practices and are able to survive several years in rice straw or in the soil. The aim of this study was to evaluate the number and viability of sclerotia of *S. oryzae* present in the soil before planting and their relationship with the intensity of stem rot in the crop (2007-2008 and 2008-2009).

Each year, soil samples were collected from 23 production fields in Corrientes province in order to evaluate the number of viable sclerotia by the Krause and Webster technique. The scale proposed by the same authors has been modified and used to estimate the disease level at development stages M7-M8. The population of *S. oryzae* showed a great variability among the different rice-growing zone, departments and even among the distinct lots within a same field.

The number of viable sclerotia per gram of soil ranged from 0.025 to 1.03. The incidence and severity ranged were between 1.02 to 87% and 1.01 to 2.47, respectively. Data analyzed through Pearson coefficients showed significant positive correlation between stem rot intensity and viable sclerotia by field and year.

Key Words: *Oryza sativa*, *Magnaporthe salvinii*, sclerotia, viability.

INTRODUCCIÓN

I. EL CULTIVO DE ARROZ

El cultivo del arroz, *Oryza sativa* L., comenzó hace casi 10 000 años, en muchas regiones húmedas de Asia Tropical y subtropical. Su origen se sitúa en el Sur de China; de allí se extendería por toda Asia y África y luego a la cuenca del Mediterráneo, desde donde a través del Atlántico pasa a América para establecerse tanto en el norte como en el Sur. Es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, principal fuente de carbohidratos, ocupando el segundo lugar, después del trigo, en cuanto a superficie cosechada (Acevedo *et al.*, 2006).

El arroz, se cultiva en 110 países, aunque los principales exportadores no son los principales productores, ya que se consume casi en su totalidad donde se produce, con la excepción de Estados Unidos. Esto significa que sólo el 5 ó 6% de la producción llega al mercado mundial. El 90% de los arrozales se encuentran en Asia, continente que responde por el 86% de la cosecha mundial (alrededor de 580 millones de tn); el resto de la producción le corresponde a África, América y países de la Unión Europea como Italia, España, Portugal, Francia y Grecia (Acevedo *et al.*, 2006).

En América Latina y el Caribe, se siembran más de 7 millones de hectáreas de arroz, siendo Brasil el mayor productor de la región, con alrededor del 52 % de la producción (13 millones de toneladas), ocupando el décimo lugar en el mundo. Luego están Colombia, Ecuador, Argentina, Perú, Venezuela, Uruguay (Pantoja *et al.*, 1999).

Se cultiva bajo dos agroecosistemas: arroz de secano y arroz bajo riego. En América Latina, del total de hectáreas sembradas, el 54 % corresponde al sistema bajo riego, el cual genera el 81 % de la producción de la región (Fischer, 1999).

En Argentina, el arroz es uno de los cultivos de importancia de la región litoral, de donde procede casi toda la producción nacional. Durante la campaña 2008-2009, la superficie sembrada fue de 204.021 ha, lo que implica un incremento de 23.362 ha (13 %) respecto a la campaña 2007-2008. Es cultivado en las provincias de Corrientes, Chaco, Entre Ríos, Formosa y Santa Fe. En la campaña 2008-2009, Entre Ríos fue primera productora con 83.000 ha sembradas, lo que representa el 41 % de la superficie nacional, Corrientes la segunda con el 40 %, Santa Fe 13 %, Chaco y Formosa con 3 % (ACPA, 2009).

En Corrientes, es uno de los cultivos de mayor importancia geográfica con la característica de extenderse en áreas con diferentes contrastes de ambiente (suelo, paisaje, vegetación, clima) y aplicación de tecnologías. La modalidad de producción es la del arroz bajo riego. El agua proviene de represas (62,4%), ríos (24,7 %) y perforaciones (2,3 %) y se realiza con un nivel de tecnología y mecanización comparable al de los países más avanzados (ACPA, 2009).

La combinación de ambientes (agroecosistemas) y tecnologías, se utilizó para definir el concepto de Zonas arroceras (Figura 1).

Zona Centro Sur: concentra alrededor del 55 % (44.750 ha) de la superficie total cultivada con arroz en Corrientes. Es la región que presenta mayor desarrollo y nivel de producción, utilizando represas como principal fuente de agua. Predominan los productores arroceros medianos a grandes.

Costa del Río Uruguay: representa alrededor del 25 % de la superficie cultivada. La fuente de agua más importante la constituyen los ríos, siguiéndole los arroyos, bañados y represas. Los productores arroceros varían de pequeños a grandes.

Paraná Medio: Representa alrededor del 13 % de la superficie cultivada en la que el río es la principal fuente de agua. Predominan los productores arroceros medianos a grandes.

Zona Oeste: representa aproximadamente el 7 % de la superficie con arroz de la provincia, donde el agua proviene de los ríos, así como de los esteros y lagunas. Hay productores de todo tipo, desde pequeños a grandes (ACPA, 2009).

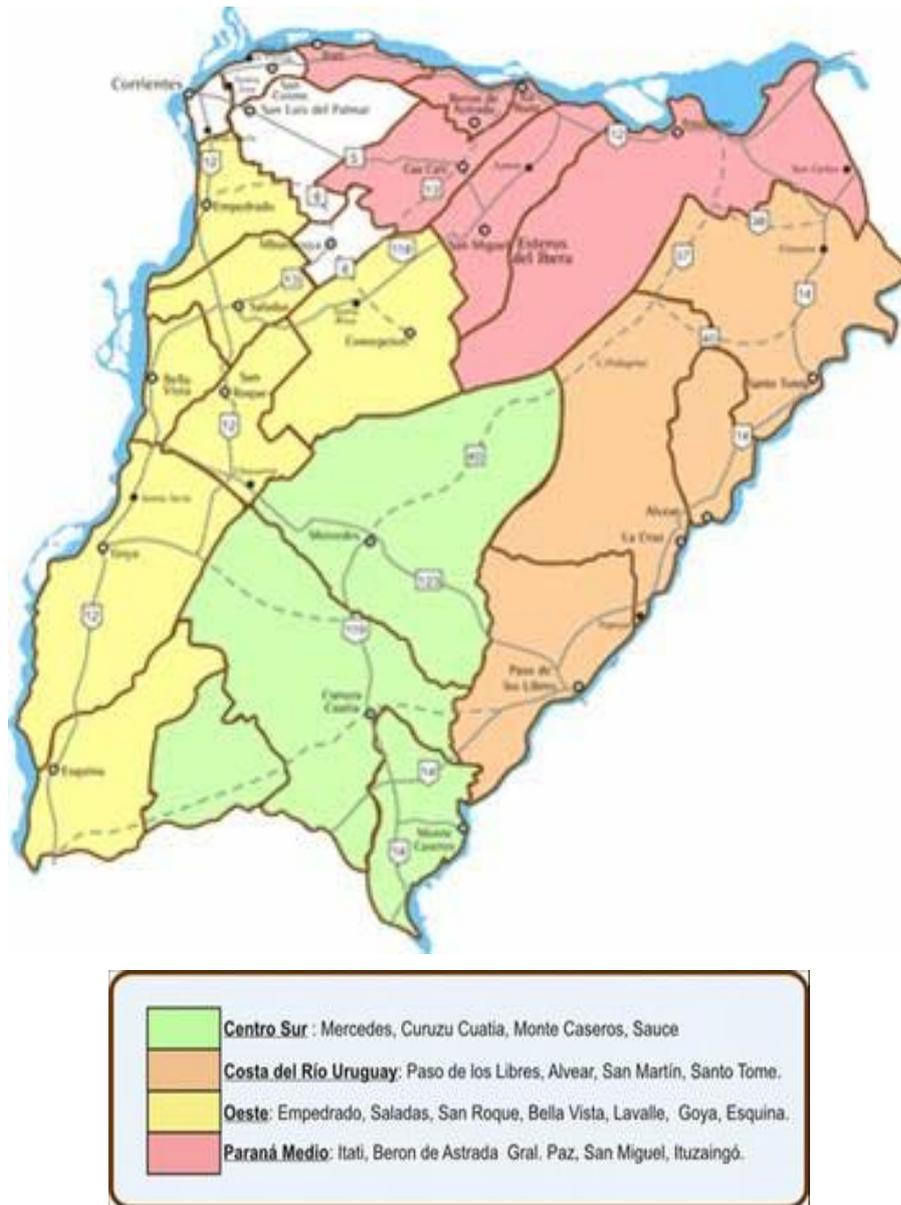


Figura 1. Zonas del cultivo de arroz de la provincia de Corrientes (ACPA, 2009).

Con respecto al MANEJO del cultivo en la provincia de Corrientes, se pueden definir tres sistemas de labranza: a) Labranza convencional, que consiste en trabajar el suelo mediante herramientas como arado y/o rastra pesada hasta momentos antes de la siembra; b) labranza mínima o anticipada, que consiste en algún laboreo de

suelo previo, con suficiente antelación, durante la estación estival, aprovechando las altas temperaturas para favorecer la descomposición del rastrojo; y c) labranza cero (siembra directa) que se refiere a la siembra sobre campo natural o rastrojo del cultivo antecesor, sin ninguna labranza previa. Sin embargo, en arroz siempre se hace necesario incluir algún laboreo, tal como reconstrucción de taipas, o quema de rastrojo, razón por la cual la denominación de “labranza cero” no siempre se corresponde con la definición propia de esta técnica. Es importante resaltar que hay una infinidad de alternativas que integran los dos primeros sistemas de labranza mencionados. A nivel provincial, la labranza mínima representa el 68% de la superficie sembrada, la siembra directa el 19%, y el 13% corresponde a la siembra convencional (ACPA, 2009; Vara y Marín, 2008).

La característica de suelos bajo cultivo es sumamente amplia (existe una gran variedad de suelos) desde lomas arenosas en la zona de Lavalle, Goya, San Roque, hasta los más pesados y con pendientes pronunciadas en Mercedes o Curuzú Cuatiá. También zonas bajas (malezales y pajonales). En general el pH de los suelos es ácido pero también los hay neutros y levemente alcalinos (Ruíz, 1998).

El nitrógeno es el nutriente que más limita la producción de arroz en casi todo el mundo; se requiere de su aplicación en todas las zonas de producción de Argentina. Los demás nutrientes sólo son requeridos en ciertos suelos, en los cuales la decisión de la cantidad de P y K a agregar se debe basar en el análisis de laboratorio. La deficiencia de P está ampliamente distribuida en la provincia y es la principal limitante del crecimiento en suelos ácidos (Méndez, 2008). Si bien se necesita P durante todo el ciclo, una deficiencia de este elemento no parece afectar mucho el rendimiento. En general no se ha encontrado respuesta a la fertilización potásica ya que con la cantidad presente en la mayoría de los suelos es suficiente; en muchos casos se lo incluye para reponer la extracción, principalmente en chacras con muchos años de monocultivo (ACPA, 2009).

Variedades:

Taim es la principal, con el 37% sobre el total de variedades utilizadas; otras importante son Supremo 13 con el 17% y Puitá con 15% (Campañas 2008-2009) (ACPA, 2009).

II. ENFERMEDADES DEL ARROZ EN ARGENTINA

En Argentina hasta 1980, sólo se habían identificado tres enfermedades en el cultivo de arroz: el tizón o quemado causado por *Pyricularia grisea*, el vaneo fisiológico o “straighthead” y la podredumbre del tallo por *Sclerotium oryzae* (Marchionato, 1942; Mazzanti de Castañón, 1972; Alippi, 1974). A nivel mundial, Ou (1985) y luego Webster y Gunnell (1992) revisaron la bibliografía sobre el tema, compendiando 80 enfermedades entre bióticas y abióticas.

A mediados de la década de 1980, en la provincia de Corrientes se inició un cambio en las características regionales del cultivo, originado por varias causas, entre ellas, la introducción de variedades modernas de origen americano (USA) y tropical (semienanas), y variaciones en las tecnologías de producción (fertilización alta de nitrógeno, densidades de siembra elevadas, nuevas prácticas conservacionistas de suelo, empleo de herbicidas) que en gran medida han sido posiblemente los factores que favorecieron la aparición de enfermedades no registradas anteriormente en la región (Mazzanti de Castañón y Gutiérrez, 1999).

Las enfermedades pueden aparecer en cualquier estado de crecimiento y desarrollo de la planta de arroz, afectando la semilla, sistema radicular, follaje, tallo, vainas foliares, inflorescencia y eventualmente el desarrollo del grano. Los daños producidos pueden variar cada año, e incluso, de un cultivo a otro, dependiendo de las condiciones ambientales, de la susceptibilidad de las variedades y de la variabilidad de los agentes causales (Ou, 1985). En Argentina, aún, no se realizaron estudios de estimación de pérdidas causadas por patógenos. Las enfermedades causadas por hongos son las más numerosas, y entre éstas se encuentran la mayoría de las más importantes. La amplia distribución de alguna de ellas y la aparición localizada de otras conforman un panorama fitopatológico muy variable.

En la actualidad, en Argentina son 18 las enfermedades de origen fúngico registradas (Mazzanti de Castañón y Gutiérrez de Arriola, 1999; Mazzanti de Castañón y Gutiérrez de Arriola, 2001; Pedraza MV, 2005; Rigonatto, 2007; Gutiérrez y Cúndom, 2008).

De acuerdo a los órganos afectados, las enfermedades son las siguientes:

Enfermedades del tallo y de la vaina:

Decoloración de la vaina, *Pyrenochaeta oryzae* Shirai ex Miyake; Mancha agregada de la vaina, *Rhizoctonia oryzae-sativae* (Sawada) Mordue; Mancha de la vaina, *Rhizoctonia oryzae* Ryker y Gooch; Podredumbre castaño rojiza de la vaina, *Helicoceras oryzae* Linder y Tullis; Podredumbre de la vaina de la hoja bandera, *Sarocladium oryzae* (Sawada) Gams y Hawksw; Podredumbre de las vainas del cuello o pie, *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx y Oliver var. *graminis*; Podredumbre del tallo, *Magnaporthe salvinii* (Catt.) Krause y Webster con sus sinanamorfos, *Nakataea sigmoidea* (Cav.) Hara (conidios) y *Sclerotium oryzae* Cav. (esclerocios); Tizón de la vaina, *Rhizoctonia solani* Kuhn; y *Sclerotium hydrophilum* Sacc.

Enfermedades foliares:

Alternariosis (*Alternaria padwickii* (Ganguly) M.B. Ellis); Carbón de la hoja, *Entyloma oryzae* H. y P. Sidow; Escaldadura de la hoja, *Monographella albescens* Thumen, con su anamorfo *Microdochium oryzae*; Mancha foliar castaña angosta, *Cercospora oryzae* Miyake; Mancha castaña, *Cochliobolus miyabeanus* (Ito y Kuribayashi) Drechsler ex Dastur, con su anaformo *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker; Tizón o quemado, *Pyricularia grisea* Cav.

Enfermedades del grano:

Carbón del grano, *Tilletia barclayana* (Bref.) Sacc. y Syd.; Falso carbón, *Ustilaginoidea virens* (Cooke) Takahashi; y Manchado del grano, varias especies de hongos asociados.

Con respecto a esta clasificación, las enfermedades de mayor prevalencia son la podredumbre del tallo y el complejo del manchado de las vainas foliares del arroz, causadas por *S. oryzae* y *Rhizoctonia* spp, respectivamente que los últimos años han manifestado un notable incremento en incidencia y severidad (Rigonatto, 2007).

En cuanto a las enfermedades foliares y del grano, las más importantes en la región son la escaldadura de la hoja, causada por *M. oryzae*, y el manchado de los granos. Las otras enfermedades son de aparición esporádica y pueden ser consideradas de importancia secundaria (Gutiérrez y Cúndom, 2008).

III. PODREDUMBRE DEL TALLO

El agente causal de la podredumbre del tallo del arroz, fue descrito por primera vez por Cattaneo en 1876, en Italia, como esclerocios en plantas de arroz, y denominado *Sclerotium oryzae* Catt., y en su forma teleomórfica en rastrojo de arroz como *Magnaporthe salvinii* (Catt.) Krause and Webster (= *Leptosphaeria salvinii* Catt.). Más tarde, Cavara en 1889, también en Italia y en arroz, registró el anamorfo, *Nakataea sigmoidea* (Cav.) Hara (= *Helminthosporium sigmoideum* Cav.) (citado en Ou, 1985). Tullis en 1932, detectó la formación de conidios y conidióforos de *N. sigmoidea* en cultivos de *S. oryzae* en agar, los cuales fueron inoculados en plántulas de arroz donde generaron esclerocios característicos de *S. oryzae*, demostrando las relaciones genéticas entre los tres estados (Ou, 1985).

Cralley and Tullis en 1934 (citado en Ou, 1985) describieron esclerocios muy semejantes a *S. oryzae*, como un nuevo taxón, *Helminthosporium sigmoideum* Cav. var. *irregulare* Cralley y Tullis. Ambas variedades: *S. oryzae* var. *sigmoideum* y *S. oryzae* var. *irregulare*, que se diferencian principalmente por la forma irregular de la segunda, tienen morfología semejante y causan la misma enfermedad, por lo cual la mayoría de los autores las consideran como una sola enfermedad: podredumbre del tallo, causado por *S. oryzae* (Ou, 1985).

La podredumbre del tallo, ha sido detectada en Japón en 1910, en India en 1913, en Vietnam en 1921, en USA en 1921, Filipinas en 1924. Desde entonces la enfermedad se ha difundido en la mayor parte de las regiones de cultivo de arroz del mundo, como Bulgaria en Europa, Kenia, Madagascar y Mozambique en África, y Brasil, Colombia y Guyana, en América Latina (Ou, 1985).

En nuestro país fue observada por primera vez en 1974, como esclerocios (*S. oryzae*), en plantas cultivadas en la estación experimental de la Facultad de Agronomía de La Plata (Alippi, 1974). Posteriormente Fortugno y Rossi (1974) obtuvieron *in vitro* el estado anamórfico (*N. sigmoidea*), a partir de esclerocios de materiales procedente de las provincias de Corrientes, Chaco y Formosa. Gutiérrez y Castañón (2002), registraron el desarrollo *in vitro* del teleomorfo (*M. salvinii*). Más tarde Gutiérrez (2005) observó la presencia de *S. oryzae* en semillas de arroz.

En arrozales de la provincia de Corrientes se han constatado ataques importantes de podredumbre del tallo, la que actualmente está generalizada en la región litoral del cultivo. Es una de las enfermedades que más preocupa por ser una de las de mayor prevalencia en el Nordeste de la Argentina. Se ha visto incrementada a través de los años debido a la intensificación del cultivo de arroz, el cual ocupa cada vez con más frecuencia los mismos suelos (monocultivo) (Mazzanti y Gutiérrez, 1999; y Cúndom *et al.* 2008).

III. 1. IMPACTO ECONÓMICO.

La podredumbre del tallo es una de las principales enfermedades del arroz y de amplia distribución mundial; causa importantes daños al cultivo, habiéndose registrado pérdidas que en algunos países ascendieron a 75-80 % (OU, 1985).

Chauhan *et al.*, 1968, informaron en Punjab (India), pérdidas de entre 18 y 43 %, según los cultivares.

En California, las reducciones de rendimiento llegaron hasta 22 % en ensayos experimentales en condiciones de campo y en Arkansas han sido reportadas pérdidas de hasta 75 % (Krause and Webster, 1973).

En Australia (Cothier and Nicol, 1999) registraron pérdidas de hasta 30 %, con pérdidas anuales que varían entre 5 y 10 %.

En Argentina, no se han realizado estudios relacionados a los daños que pueda causar la enfermedad, que causa pérdidas de rendimiento por la formación de menor número de macollos, no llenado de panoja y disminución de la calidad de molienda debido al carácter liviano y yesoso del grano.

Los daños causados son variables dependiendo de los factores climáticos, del manejo del cultivo, susceptibilidad de cultivares, de la virulencia de los aislamientos y momento de infección.

II. 2. SÍNTOMATOLOGÍA.

Los síntomas de la podredumbre del tallo, se observan generalmente en el campo a mitad del macollaje (V2), sobre la vaina foliar exterior, cerca de la línea de agua, como lesiones pequeñas, irregulares, negruzcas (Figura 2). A medida que la infección progresa aumentan de tamaño paulatinamente, profundizando en la vaina foliar interior, observándose muerte progresiva de las mismas, para luego alcanzar el tallo.

Se produce podredumbre que se extiende longitudinalmente, pudiendo afectar uno o dos entrenudos, por encima y por debajo de los cuales el tallo aparenta ser normal (Figura 3).

El follaje va muriendo desde la base hacia el ápice de la planta, finalizando por la hoja bandera. A la altura de las lesiones los tallos pierden consistencia, se secan, quiebran un poco por encima de la línea de agua y se vuelcan.

Al abrir longitudinalmente los tallos afectados, así como en las caras internas de las vainas foliares, se puede encontrar micelio grisáceo y a simple vista se observan los esclerocios del hongo causal, que aparecen como puntos negros, muy abundantes (Figura 4).

En el campo, los síntomas primarios de la podredumbre del tallo pasan desapercibidos, al ser tapados por el follaje y el agua de riego. Los efectos por lo general se advierten cuando la enfermedad ya está muy avanzada y el cultivo se aproxima a madurez fisiológica (M9), produciéndose el secado repentino de las plantas infectadas de arroz.



Figura 2. Síntomas iniciales de podredumbre del tallo en vainas foliares causado por *Sclerotium oryzae*.



Figura 3. Síntomas avanzados de podredumbre del tallo causado por *Sclerotium oryzae*.



Figura 4. Esclerocios de *Sclerotium oryzae* formados en el interior del tallo de *Oryza sativa*.

Las plantas son más susceptibles en el estado de alargamiento del entrenudo (V3), y la infección en este estado causa la máxima reducción en rendimiento (Webster, 1992).

IV. EL PATÓGENO.

Taxonomía

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Orden: Phyllachorales;

Familia: Diaporthaceae

Magnaporthe salvinii (Catt.) Krause and Webster.

Sinanamorfos: *Nakataea sigmoidea* (Cav.) Hara y *Sclerotium oryzae* Cav.

Características morfológicas.

Estado vegetativo. En cultivo *in vitro*, micelio en parte sumergido, en parte superficial, blanco al principio, luego grisáceo oscuro. En el hospedante, micelio blanco dentro del tallo, oliváceo en el exterior, formando numerosos apresorios irregulares sobre el tallo.

Esclerocios: inicialmente son blanco grisáceos, tornándose negros a la madurez, brillantes, lisos, globosos o subglobosos, a veces cubiertos con una trama algodonosa de micelio blanco; de 180-280 μm , en su mayor parte 230-270 μm ; se forman sobre sustratos naturales y en cultivo (Ou, 1985) (Figura 5).

Estado anamórfico (conídico): Conidióforos castaños, septados, erectos, simples, de pared lisa y delgada, no ramificados; conidios llevados individualmente sobre esterigmas bien definidos, puntiagudos, fusiformes, típicamente con tres septos, sencillamente curvos o levemente sinuosos, células coloreadas desigualmente, las del medio castaño claro y la de los extremos muy claras, a hialinas; célula apical frecuentemente más larga y menos puntiaguda que la célula basal, de 9,9-14,2 x 29-49 μm , en su mayor parte de 11-12,5 x 34-40 μm (Ou, 1985) (Figura 6).

Estado teleomórfico: Es una especie heterotálica. Los peritecios de *M. salvinii*, cuando aparecen se encuentran hundidos en las vainas foliares y son oscuros, globosos, de 250-650 μm de diámetro, con un corto pico (30-70 μm de longitud) por lo general no sobresalen del tejido. Los ascos son cilíndricos, unitunicados, cortamente pedicelados, de 104-165 x 8,7-17,7 μm ; se licuan a la madurez y contienen ocho ascosporas dísticas. Las ascosporas son fusiformes, algo curvas, con tres septos, de 35-65 μm x 8,7 μm (Krause and Webster, 1972).



Figura 5. Micelio y esclerocios de *Sclerotium oryzae* en el interior de tallos de *Oryza sativa*.



Figura 6. Conidios de *Nakataea sigmoidea* (400 x), formados a partir de esclerocios de *Sclerotium oryzae* sembrados en cultivo de agar agua.

V. CICLO DE LA ENFERMEDAD Y EPIDEMIOLOGÍA

Sclerotium oryzae forma esclerocios, principal estructura de sobrevivencia, que son producidos abundantemente en los tallos y vainas de las plantas de arroz infectadas a medida que progresa la enfermedad y el desarrollo fisiológico del cultivo (Webster, 1992). Durante la cosecha y al realizarse diferentes prácticas de manejo para la siguiente siembra, son incorporados al suelo, o permanecen sobre su superficie, así como en restos del cultivo (rastrajo); continúan formándose en estos tejidos infectados si las condiciones de temperatura y humedad son favorables, y se constituyen en la principal fuente de inóculo de la enfermedad (Ou, 1985; Cintas and Webster, 2001).

Cuando el arrozal es inundado en la siguiente estación del cultivo, los esclerocios que se encuentran en el suelo y en el rastrajo, al ser hidrófobos, flotan en la superficie del agua y al entrar en contacto con las vainas foliares de las plantas nuevas de arroz, germinan e infectan los tejidos a la altura de la línea de agua para luego penetrar en el tallo (Figura 7).

A medida que la enfermedad progresa, los tejidos van muriendo y nuevos esclerocios se forman abundantemente, pudiendo ser diseminados por el agua de irrigación de un campo a otro (Krause and Webster, 1973).

En el campo, los esclerocios en su mayor parte están distribuidos en los 7 cm superiores del suelo, siendo capaces de permanecer viables por varios años en ausencia del hospedante. Esclerocios recuperados de rastrojos de arroz y otros enterrados a 10 -15 cm de profundidad en el suelo, permanecieron viables en un 3,7 % después de 6 años (Ou, 1985).

.: Ciclo de la Podredumbre del Tallo

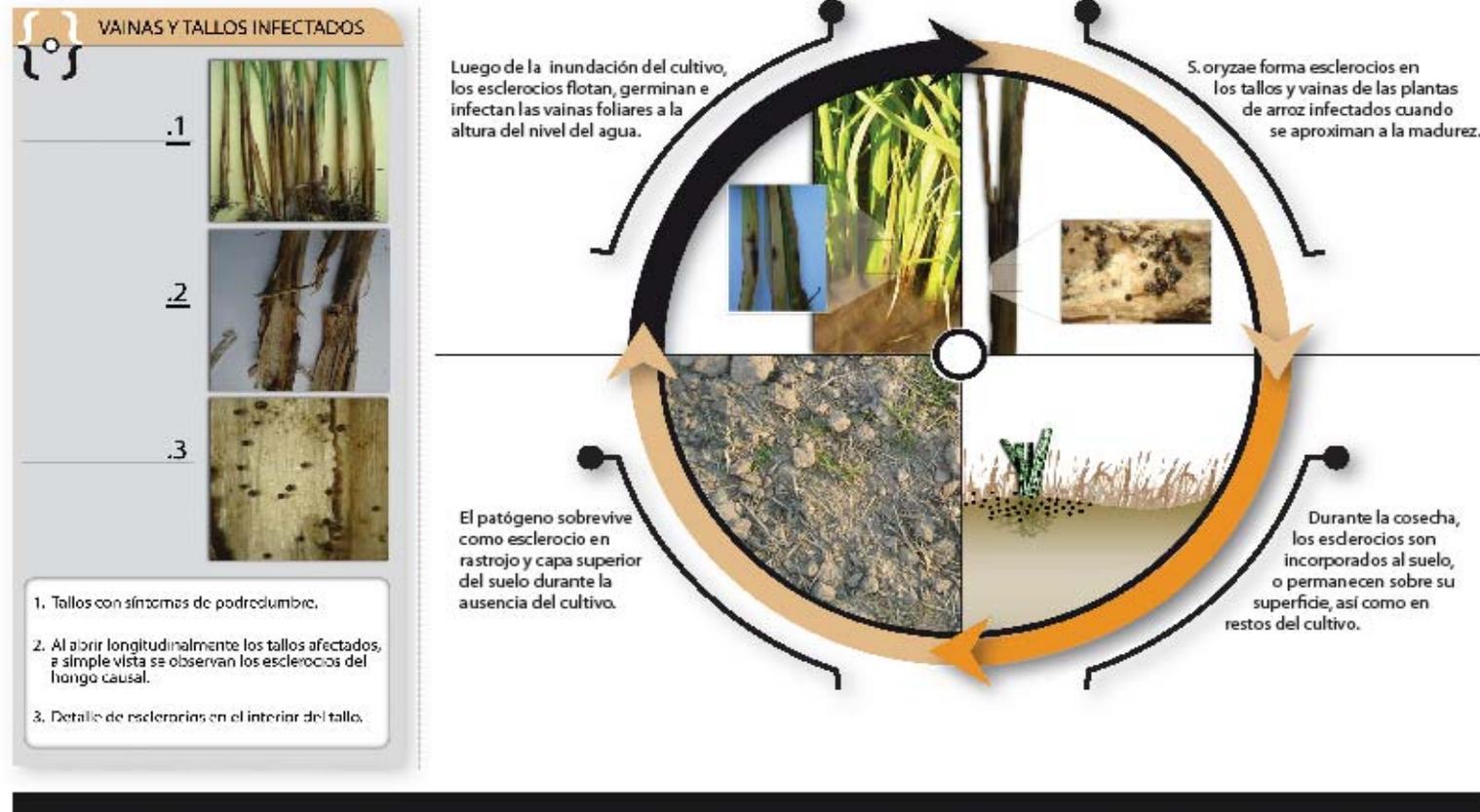


Figura 7. Ciclo de la podredumbre del tallo causado por *Sclerotium oryzae*

El promedio de vida de los esclerocios en el suelo en ausencia del hospedante es de 1,9 años y la viabilidad declina rápidamente al principio, pero después de unos 6 meses se estabiliza alrededor de 20-30 % (Bockus and Webster, 1979).

Según Ou (1985) los esclerocios producen conidios en el campo, los cuales carecen de importancia para causar nuevas infecciones; sin embargo Webster (1992), considera que pueden servir de inóculo adicional.

Si bien Tullis (1932) encontró ascosporas viables sobre rastrojos de arroz, no se estableció si podían actuar como inóculo en el siguiente cultivo. Webster en 1992, consignó que las ascosporas y conidios producidos en plantas infectadas, pueden servir como inóculo secundario.

En Argentina, el estado teleomorfo (*M. salvinii*), si bien no ha sido detectado en el campo, se obtuvo en cultivos *in vitro* a partir de aislamientos de *S. oryzae* (Gutiérrez y Castañón, 2002). Se ha observado, además, el estado conídico (*N. sigmoidea*), en rastrojos de arroz, y en plántulas inoculadas con esclerocios de *S. oryzae*, aunque nunca fueron registrados en plantas enfermas procedentes del campo. Los esclerocios (*S. oryzae*) son la forma más común en que se encuentra el agente causal.

Según Krause and Webster (1973) el período crítico de susceptibilidad es entre el fin del macollaje (V2) y el alargamiento completo del tallo (V3). Asimismo, determinó que la ocurrencia y severidad de la enfermedad es afectada por la proporción de inóculo y el momento de infección.

Sclerotium oryzae al entrar en contacto con las vainas foliares de la planta de arroz, germinan formando apresorios o cojines de infección a partir de ramas laterales de las hifas (hifopodios). Los cojines de infección sólo se forman sobre tallos y vainas foliares verdes de arroz y varias otras especies de plantas, pero no sobre tejido muerto y en su mayoría (85-90 %) sobre la línea de células con estomas de las hojas o vainas foliares. Esto podría responder al estímulo de sustancias volátiles provenientes de los estomas; la alta fertilización nitrogenada estimula la formación de ambos, apresorios y cojines de infección (Ou, 1985).

Según Ou (1985), la patogenicidad y el modo de infección no han sido estudiados rigurosamente. El mismo autor señala que Hsieh en 1966, determinó la predisposición a las heridas en la infección y desarrollo de la podredumbre del tallo por *S. oryzae*, ya que obtuvo muy bajos porcentajes de infección cuando las plantas no fueron heridas, o presentaban lesiones de tamaño limitado; sin embargo obtuvo altos porcentajes de infección y buena evolución de síntomas en vainas foliares y entrenudos, cuando se produjeron heridas. Contrariamente, Krause and Webster (1973) informan que la herida de plantas no acrecentó la severidad de la enfermedad.

En nuestro país, Mazzanti de Castañón *et al.* (1994), determinaron en inoculaciones *in vitro* con *S. oryzae* en distintos cultivares de arroz, la acción predisponente de las heridas, ya que los tallos inoculados sin heridas se mantuvieron sanos.

Krause and Webster (1972) desarrollaron una técnica, que consiste en recuperar esclerocios del suelo, analizarlos cuantitativamente y determinar su viabilidad, demostrando más del 90 % de recuperación de los mismos.

La determinación de la viabilidad de los esclerocios es esencial, porque existe correlación entre esclerocios viables por gramo de suelo, la severidad de la enfermedad y pérdidas de rendimiento, debido a la podredumbre del tallo. Esta relación ha sido verificada en otras regiones de cultivo del arroz, principalmente en los Estados Unidos de América (Webster, 1992).

Cintas and Webster (2001), han observado que valores de niveles de inóculo de *S. oryzae* entre 0,1 y 0,8 esclerocios viables por gramo de suelo antes de la siembra del

cultivo de arroz generan diferentes índices de severidad de la enfermedad. Además determinaron que con valores mayores a 0,8 esclerocios viables/g de suelo se pierde la correlación lineal con la severidad de la podredumbre del tallo, debido a que todas las plantas estarían infectadas. Las prácticas de manejo del cultivo de arroz pueden influir en la variación del nivel de inóculo y en la viabilidad de esclerocios de *S. oryzae*.

La determinación de la viabilidad e identificación de esclerocios como propágulos de *S. oryzae* son facilitados por la rápida producción en cultivo de agar agua (AA) de colonias, conidióforos y conidios de *N. sigmoidea*, estado anamórfico de *S. oryzae* (Figura 8).



Figura 8. Colonia de *Sclerotium oryzae* en cultivo de agar agua a los 15 días de desarrollo.

En nuestro país no se dispone de evaluaciones de pérdidas reales producidas por la podredumbre del tallo, ni tampoco existen referencias de estudios sobre las poblaciones de *S. oryzae*, y su relación con la incidencia y severidad de la enfermedad.

Debido a la importancia económica del cultivo de arroz en la región litoral del país y por tratarse de una enfermedad que se ha generalizado en los últimos 20 años y afecta los rendimientos, como está demostrado en otras regiones del mundo, la evaluación del potencial de inóculo y su relación con la incidencia en los cultivos, constituye una información básica para decidir estrategias de manejo de la enfermedad.

Efecto de la nutrición sobre el desarrollo de la enfermedad.

Las condiciones nutricionales bajo las cuales las plantas de arroz son cultivadas, afectan el desarrollo de la enfermedad. Keim and Webster (1974) en ensayos a campo compararon el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la severidad de la podredumbre del tallo, y establecieron que a valores crecientes de nitrógeno mayor es la severidad.

Pruebas de laboratorio y a campo, demostraron que plantas con dosis altas de nitrógeno eran altamente susceptibles, en cambio a bajas dosis la susceptibilidad se redujo al mínimo, aunque las plantas se desarrollaron pobremente. Cuando se aplicó suficiente potasio, junto con nitrógeno y fosfato, se mantuvo un nivel bajo de la enfermedad (Ou, 1985).

El efecto beneficioso del potasio en la reducción de la podredumbre del tallo, también ha sido informado por Jaim (1976).

En California (USA) Williams and Goldman Smith (2001) demostraron que la fertilización con potasio en suelos deficientes en potasio disponible, causa menores daños, si bien no elimina la enfermedad, y es importante considerar el balance entre nitrógeno y potasio, en el manejo de la enfermedad, por lo tanto el uso adecuado de fertilizantes ayudaría a reducir la intensidad de la enfermedad; el exceso de nitrógeno y fósforo tiende a aumentar la incidencia de la enfermedad.

Resistencia y manejo de la enfermedad.

Ferreira and Webster (1975, 1976), comparando 10 cultivares de arroz, determinaron diferentes niveles de resistencia a la podredumbre del tallo, la cual se hereda cuantitativamente y puede ser transferida a cultivares de menor resistencia; además determinaron una gran variación en la virulencia de distintos aislamientos de *S. oryzae*. De acuerdo a Ou (1985) ningún cultivar de arroz es completamente resistente a la podredumbre del tallo.

Oster (1992), confirmó lo reportado por Ferreira and Webster (1976), respecto a la variabilidad en la virulencia entre distintos aislamientos, y determinó que la habilidad para formar más esclerocios aumenta con la virulencia.

Fuentes de tolerancia a la podredumbre del tallo se han identificado en introducciones de especies silvestres de *Oryza*, *O. rufipogon* Griff. y *O. nivara* Sharma y Shastry (Webster, 1992).

En Argentina, Mazzanti de Castañón *et al.*, 1994, demostraron *in vitro*, las diferencias de susceptibilidad entre las distintas variedades, utilizadas en ese momento en la región, frente a un aislamiento de *S. oryzae*. Los mismos autores, en 1997, determinaron en otro ensayo *in vitro*, variaciones en la virulencia de 11 aislamientos de *S. oryzae* de diferentes procedencias de la región litoral de cultivo de arroz del país sobre ocho variedades de arroz.

El control de la enfermedad con el uso de fungicidas, no ha sido adoptado en la práctica general a pesar de que se obtuvieron resultados positivos. Jackson *et al.* (1977) en ensayos a campo, demostraron que la aplicación de fungicidas, reduce la severidad de la podredumbre del tallo, acompañada de incrementos 6 a 25 % en los rendimientos.

Desde el principio de las investigaciones sobre podredumbre del tallo, la quema de rastrojo de arroz después de la cosecha ha sido sugerida por muchos

investigadores, siendo el método más efectivo para disminuir los niveles de inóculo, debido a la relación directa de la enfermedad con el número de esclerocios viables en el suelo, que está asociada con los residuos de cosecha (Ou, 1985).

Una alternativa a la quema, por su efecto negativo sobre el ambiente, para el manejo de la enfermedad, es la incorporación profunda del rastrojo. Ha sido demostrado que reduce el número total de esclerocios, al aumentar su contacto con el suelo y por la actividad microbiana. Sin embargo sí la incorporación de residuos infectados es superficial, puede favorecer la severidad de la podredumbre del tallo.

Otras alternativas para el manejo de la enfermedad son la remoción del rastrojo de arroz (bailing), y la inundación durante el invierno (Cintas and Webster, 2001).

HIPOTESIS.

1. La intensidad de la enfermedad en la provincia de Corrientes está directamente relacionada con la densidad de inóculo de *S. oryzae* en el suelo.
2. El número de esclerocios viables de *S. oryzae* es un indicador adecuado del daño potencial de la podredumbre del tallo en el cultivo de arroz.

OBJETIVO GENERAL.

Estudiar el patosistema de *S. oryzae* / arroz en cultivos comerciales de arroz en la provincia de Corrientes.

OBJETIVOS

1. Cuantificar la densidad de inóculo (esclerocios por gramo de suelo) de *Sclerotium oryzae*, en muestras de suelo procedentes de cultivos de arroz de la provincia de Corrientes y establecer su viabilidad.
2. Evaluar intensidad de la podredumbre del tallo del arroz.

Establecer relaciones entre esclerocios viables e intensidad de la enfermedad, a fin de obtener un patrón tentativo que se pueda utilizar para establecer % de pérdida (ó infección) en el cultivo.

MATERIALES Y METODOS

A. Recuperación y viabilidad de esclerocios de *S. oryzae* en muestras de suelo.

Para recuperar los esclerocios del suelo, cuantificar y determinar su viabilidad, se extrajeron muestras de suelo, durante dos campañas consecutivas (2007-2008 y 2008-2009) del cultivo de arroz en la provincia de Corrientes (long E: 57,80 y lat. N 27,94).

Se seleccionaron lotes comerciales implantados en los departamentos Berón de Astrada, Curuzú Cuatiá, Mercedes, Santo Tomé y San Martín, correspondientes a las zonas arroceras Paraná Medio, Costa del Río Uruguay y Centro Sur de la provincia de Corrientes (Figura 9).

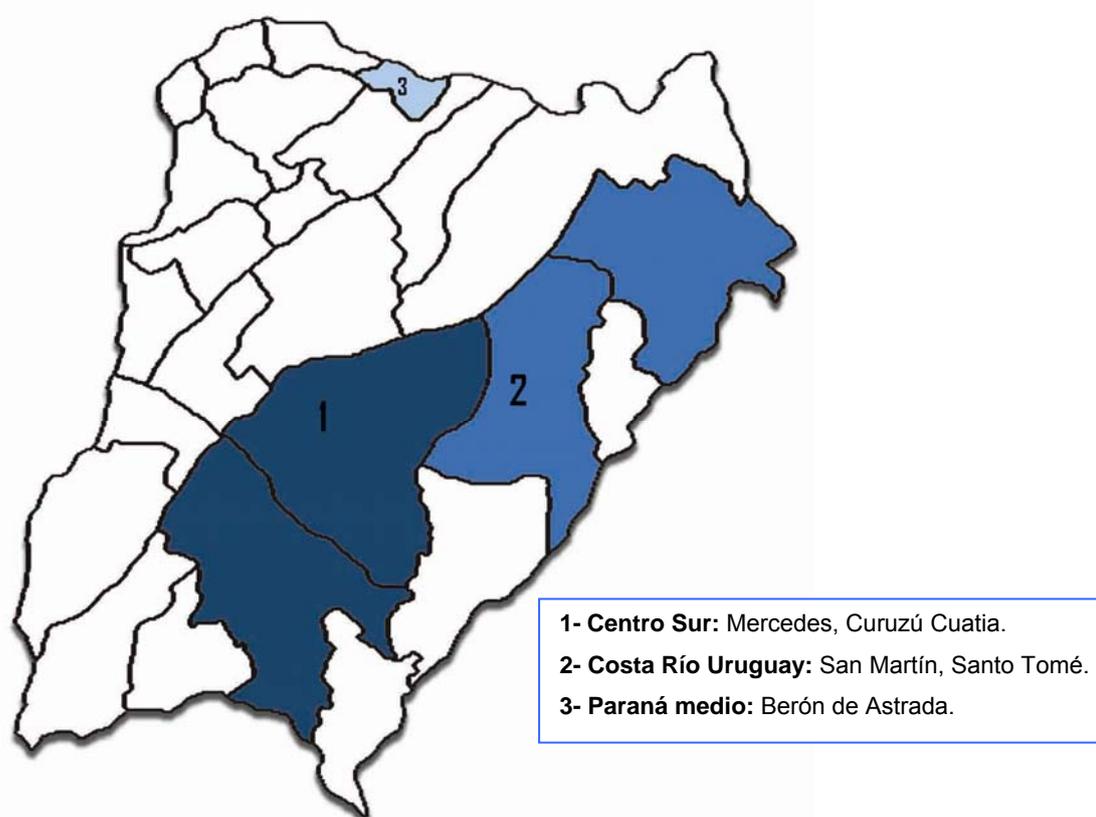


Figura 9. Departamentos correspondientes a zonas arroceras de la provincia de Corrientes, seleccionados para el muestreo de suelo.

El clima de la región es definido como subtropical sin estación seca. Los tipos de suelo varían según zona agroecológica desde Alfisoles, Instisoles, Molisoles a Ultisoles (Ligier *et al.*, 1985).

El comportamiento climático en las dos campañas fue variable a través de las distintas zonas agroecológicas, aunque en la campaña 2007/08 mostraron valores

normales o ligeramente por arriba de los históricos en toda la provincia. En la Zona Paraná Medio se registró una primavera con pocas lluvias y verano lluvioso. En la zona Centro sur, la primavera fue seca, comenzando en octubre las precipitaciones y en la zona Costa Río Uruguay la primavera y verano tuvieron abundantes precipitaciones.

Las temperaturas se mantuvieron con valores normales o algo más altos que los históricos en toda la provincia. En forma general, se puede decir que, las condiciones climáticas de la campaña (2007/08) fueron relativamente buenas para el cultivo de arroz en Corrientes. Durante la campaña 2008/09 las precipitaciones en la zona Paraná Medio, así como la zona Costa Río Uruguay fueron mayores, al igual que en el departamento Curuzú Cuatiá (zona Centro sur). Sin embargo en Mercedes, correspondiente a la misma zona agroecológica, las precipitaciones fueron menores a la campaña anterior (Marín, 2008; Fuente: Coordinación de Delegaciones – SAGPyA, 2009).

El número de lotes se seleccionó, teniendo en cuenta la proporción de hectáreas sembradas en cada zona agroecológica del cultivo de arroz de la provincia de Corrientes: Zona Costa río Uruguay, departamento San Martín: 3 lotes (Arrocera 1), departamento Santo Tomé: 2 lotes (Arrocera 2); Zona Paraná Medio, departamento Berón de Astrada: 4 lotes (Arrocera 3); Zona Centro Sur, departamento Curuzú Cuatiá: 8 lotes (Arrocera 4); y Zona Centro Sur, departamento Mercedes: 6 lotes (Arrocera 5).

En cada lote se seleccionó un área o sitio de estudio de 10.000 m², los que fueron delimitados por medio de estacas.

Las muestras se extrajeron luego de la siembra y antes de la inundación del cultivo de arroz, para evitar que algunas de las prácticas de manejo posterior pudieran influir en la población y en la viabilidad de esclerocios.

Se tomaron 13 muestras de cada área ó sitio de estudio sobre un diseño en **W** sistemático simple. Cada muestra fue generada por la mezcla homogénea de 10 submuestras, extraídas con un barreno de 12 cm de largo por 3 cm de diámetro, obtenidas de manera equidistantes en un círculo de 1,5 m aproximadamente (Figura 10).

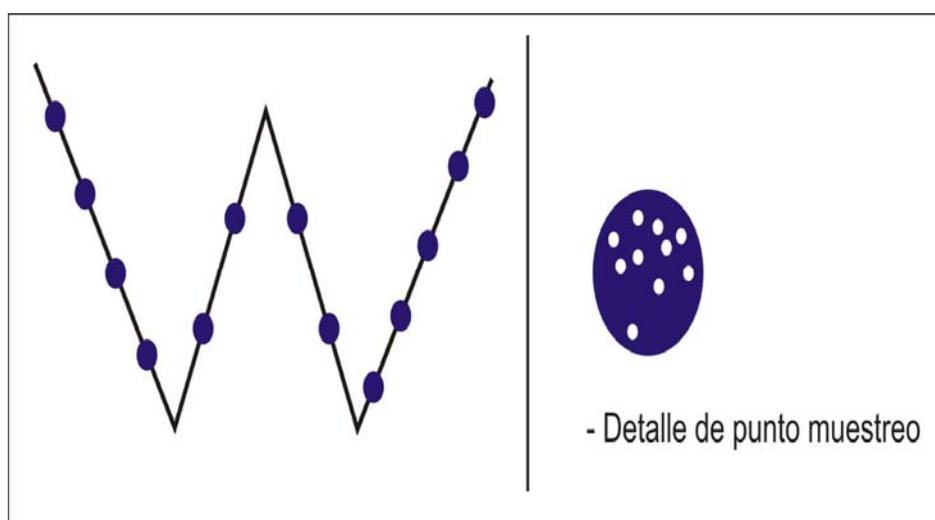


Figura 10. Esquema del diseño utilizado en el muestreo de suelo.

Se obtuvieron 299 muestras de suelo, en cada una de las campañas, las que fueron disgregadas y secadas al aire libre durante 1-3 semanas, para su posterior análisis en los laboratorios de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE.

En una de las arroceras de la zona Costa río Uruguay, en el segundo año de estudio no se pudo trabajar con los mismos lotes de la campaña 2007/08, debido a que los propietarios decidieron hacer rotación con ganadería. Por lo tanto se seleccionaron otros dos lotes para ser analizados en la segunda campaña.

Recuperación de esclerocios.

Para recuperar los esclerocios de *S. oryzae* en las muestras de suelo, se utilizó la técnica de "tamizado y flotación" desarrollada por Krause and Webster (1972), la cual consistió en:

Se separaron 40 g de suelo de cada una de las 13 muestras, de cada uno de los sitios o área de estudio, que fueron transferidos a un erlenmeyer de 500 ml, cubiertos con 300 ml de agua corriente (de canilla) y permaneció en reposo durante la noche. Luego cada recipiente fue agitado durante 10-15 segundos, en un agitador H1 180 Magnetic Stirrer (Hanna instruments). La suspensión se pasó sucesivamente a través de tamices malla 20 (apertura 840 μm) y 100 (apertura 149 μm) (Tyler Standard Scale) mediante lavados sucesivos con agua de canilla. También se utilizaron tamices de malla menor a 100, para evitar la pérdida de esclerocios de menor tamaño.

El material retenido en el tamiz de malla 100, se lavó durante un tiempo adicional, hasta obtener agua limpia y se transfirió por arrastre con agua de canilla mediante una pisseta, a vasos de precipitados de 250 ml, dejándose en reposo durante 15 min para que los esclerocios floten en la superficie y las partículas de suelo más pesadas precipiten.

Luego se recuperaron de la superficie del agua a través de un sistema de vacío, según indica la técnica, mediante el uso de jeringas pico catéter Tip de 60 ml, y filtrados en un embudo con papel de filtro Whatman, donde los esclerocios son retenidos.

Cuantificación de densidad de esclerocios en las muestras de suelo

Para la cuantificación bajo microscopio estereoscópico (40 x), los esclerocios retenidos sobre papel de filtro se secaron al aire libre, luego ubicados mediante la ayuda de un pincel, en cajas de Petri de 12 cm de diámetro, conteniendo una cuadrícula con celdillas de 1 cm^2 en su base, de manera de facilitar el conteo total de los esclerocios en cada una de las muestras.

Viabilidad de esclerocios.

Para determinar la viabilidad de los esclerocios por gramo de suelo también se utilizó la técnica desarrollada por Krause and Webster (1972).

Cincuenta esclerocios de cada muestra de suelo fueron desinfectados superficialmente con una solución de hipoclorito de sodio 2,5 % durante un minuto y secados sobre papel de filtro estéril; luego, bajo microscopio estereoscópico (40 x) fueron dispuestos en cajas de Petri de 9 cm de diámetro conteniendo agar agua (AA), con sulfato de estreptomicina 50 ppm para evitar el desarrollo de bacterias. En cada caja se sembraron 10 esclerocios. Las cajas fueron llevadas a una campana de

iluminación donde permanecieron con un fotoperíodo de 12 horas, a temperatura ambiente, durante 14 días.

El desarrollo de micelio blanco ceniciento y presencia de conidióforos y conidios de *N. sigmoidea*, indicaron la viabilidad de los esclerocios (Figura 11).

Se evaluó la densidad de inóculo como el número de esclerocios viables por gramo de suelo de cada sitio de muestreo.



Figura 11. Formación de conidios de *Nakataea sigmoidea* y esclerocios de *Sclerotium oryzae* *in vitro*.

B. Intensidad de la podredumbre del tallo causada por *S. oryzae*.

Para determinar la intensidad de la enfermedad y su relación con la población de *S. oryzae*, se extrajeron al azar 13 muestras de plantas de arroz enteras (4 a 12 macollos), a intervalos iguales, constituidas cada una por 10 plantas, siguiendo el mismo diseño en **W** sistemático simple, utilizado en el muestreo de suelo, para la recuperación de esclerocios (Figura 10).

El muestreo se realizó entre los estados de desarrollo Madurez 7 (M7) y Madurez 8 (M8), estados lechoso y pastoso del grano, respectivamente, de acuerdo a lo establecido por el Sistema Estándar de Evaluación para arroz (Internacional Rice Research Institute, IRRI, 1980).

Las plantas fueron llevadas al laboratorio para determinar la intensidad de la enfermedad.

Determinación de Intensidad de enfermedad.

La intensidad de la enfermedad se calculó a través de la incidencia e índice de severidad.

Incidencia: se basó en la cantidad de macollos con síntomas de podredumbre del tallo expresada en porcentaje.

Severidad: se determinó observando los macollos correspondientes a las muestras de plantas, asignando a cada uno un valor de severidad, basado en la escala dada por Krause and Webster (1973).

Se estableció una escala visual ajustada con cuatro categorías que van desde macollos sanos a infectados con distinta severidad (Figura 12).

Categoría 1: Macollos sin síntomas.

Categoría 2: Infección leve: Manchas pequeñas de color oscuro, en las vainas foliares.

Categoría 3: Infección moderada: Manchas extendidas en las vainas foliares y muerte de la lámina, tallos decolorados superficialmente, interior sano.

Categoría 4: Infección severa: Láminas y vainas totalmente secas; tallos interiormente colonizados por el patógeno, con formación o no de esclerocios.

El índice de severidad se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$SE = \frac{1(SS) + 2(IL) + 3(IM) + 4(IS)}{\text{Número total de macollos analizados}} .$$

Donde **SE**= sin síntomas; **IL**=Infección leve; **IM**= infección moderada; **IS**= Infección severa.

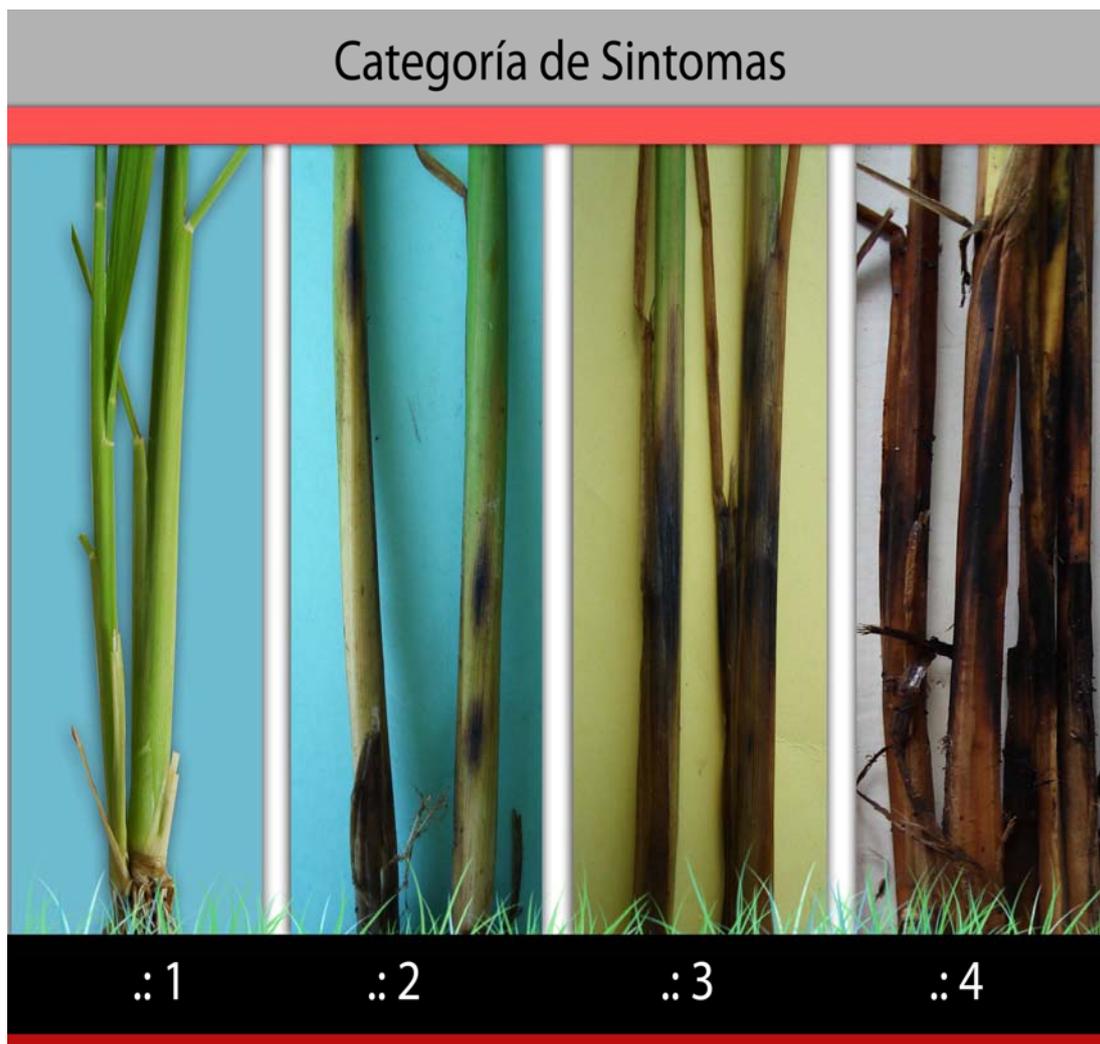


Figura 12. Escala visual de las diferentes categorías de síntomas de la podredumbre del tallo causado por *Sclerotium oryzae*.

Análisis de datos:

Análisis de varianza se utilizó para determinar la población de *S. oryzae* (esclerocios viables por gramo de suelo), incidencia y severidad de la podredumbre del tallo. Prueba de t para comparar diferencias entre campañas agrícolas.

Análisis de correlación de Pearson (r) para determinar la relación entre esclerocios viables por gramo de suelo e incidencia y esclerocios viables por gramo de suelo y severidad de la enfermedad, para las respectivas campañas.

RESULTADOS

Las poblaciones de *S. oryzae*, estimadas por sus estructuras de resistencia, en tres zonas agroecológicas (Paraná medio, Centro sur y Costa río Uruguay) del cultivo de arroz de la provincia de Corrientes, durante dos campañas agrícolas (2007/08 y 2008/09), mostraron gran variabilidad entre las diferentes zonas del cultivo de arroz de la provincia de Corrientes, así como entre los distintos departamento y en algunos casos, entre diferentes lotes de la misma arrocera.

Se pudieron observar lotes con muy bajos niveles de esclerocios viables por gramo de suelo, mientras que otros de la misma arrocera, presentaron niveles altos de hasta 1,03 esclerocios.

Considerando los puntos o sitios de muestreos analizados de cada departamento de la provincia durante la primer campaña agrícola (2007/08), el 59,53 % tuvieron una población entre 0 y 0,19 esclerocios viables por gramo de suelo, el 18,06 % entre 0,20 y 0,49 esclerocios y el 22, 41 % con valores mayores a 0,50 esclerocios viables/g suelo, no presentando diferencias significativas con la siguiente campaña agrícola (2008/09) (Tabla 1).

En relación a la incidencia de la podredumbre del tallo, durante la primera campaña el 69,03 % de los macollos analizados presentaron incidencias de 0,00 a 19 %, el 17,39 % entre 20 y 60%, y el 9,03 % más del 61%, no mostrando diferencias significativas con la segunda campaña (Tabla 2).

Los valores de severidad de variaron de 1,01 a 2,47.

Se observó que niveles bajos de inóculo, menores a 0,20 esclerocios por gramo de suelo, se relacionan en general con bajos valores de incidencia.

No todas las densidades de inóculo resultaron en algún nivel de incidencia y severidad: esto se observó principalmente en aquellas muestras de suelos con densidades bajas de esclerocios viables. Por el contrario, muestras de suelo en las que no se detectaron esclerocios viables exhibieron luego, en el muestreo de plantas, valores de incidencia que alcanzaron en algunos sitios hasta 17,76 %. Densidades entre 0,025 a 0,19 esclerocios viables por gramo de suelo, manifestaron niveles de incidencia que variaron hasta un 33,87 %. Densidades de inóculo mayores a 0,20 esclerocios por g de suelo resultaron con incidencias de hasta 87 %.

Tabla N° 1. Rangos de esclerocios viables de *Sclerotium oryzae* por gramo de suelo por departamento y por campaña agrícola.

Departamento	Campañas	Rangos		
		0,00 a 0,19	0,20 a 0,49	> 0,50
San Martín		37	2	0
Santo Tomé		24	2	0
Berón de Astrada	2007/08	17	13	22
Curuzú Cuatiá		39	24	41
Mercedes		61	13	4
	%	59,53	18,06	22,41
San Martín		37	2	0
Santo Tomé		2	15	9
Berón de Astrada	2008/09	20	16	16
Curuzú Cuatiá		39	17	48
Mercedes		76	2	0
	%	55,52	19,40	24,41

Tabla N° 2. Rangos de incidencia (%) de la podredumbre del tallo por departamento y por campaña.

Arrocera	Campañas	Rangos (%)		
		0,00 a 19	20 a 60	> 61
San Martín		39	0	0
Santo Tomé		24	2	0
Berón de Astrada	2007/08	39	0	0
Curuzú Cuatiá		40	37	27
Mercedes		65	13	0
	%	69,23	17,39	9,03
San Martín		37	2	0
Santo Tomé		21	5	0
Berón de Astrada	2008/09	27	25	0
Curuzú Cuatiá		42	48	14
Mercedes		60	18	0
	%	62,54	32,78	4,68

Seguidamente, se presentan los resultados obtenidos, analizados por arroceras, de las distintas zonas agroecológicas de la provincia de Corrientes.

Arroceras 1. Zona Costa río Uruguay, departamento San Martín.

Arroceras 2. Zona Costa río Uruguay, departamento Santo Tomé.

Arroceras 3. Zona Paraná medio, departamento Berón de Astrada.

Arroceras 4. Zona Centro sur, departamento Curuzú Cuatiá.

Arroceras 5. Zona Centro sur, departamento Mercedes.

Arroceras 1.

No se observaron diferencias significativas en el número de esclerocios viables entre las dos campañas en cada lote (2007/08-2008/09). Por otro lado, si bien, no hay diferencias significativas en la incidencia entre ambas campañas en los lotes 1 y 2, se registró un aumento significativo de dicha variable en el lote 3 en la segunda campaña (Tablas 3 y 4).

Los coeficientes de correlación de Pearson (r) entre esclerocios viables por gramo de suelo e incidencias son positivos en cada uno de los lotes analizados al igual que entre esclerocios viables/g de suelo y severidad (Figuras 13 y 14).

Los valores de r entre esclerocios viables e incidencia, son positivos en ambas campañas, igualmente entre esclerocios viables y severidad (Figuras 15 y 16). Por lo tanto, la incidencia como la severidad presenta asociación positiva con el número de esclerocios viables.

Tabla 3. Esclerocios viables por gramo de suelo de *Sclerotium oryzae* por lote y por campaña.

Arroceras	Lotes	2007/08	2008/09
	1	0,07 a	0,08 a
1	2	0,04 a	0,07 a
	3	0,06 a	0,07 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,001$)

Tabla 4. Incidencia (%) de la podredumbre del tallo por lote y por campaña.

Arrocera	Lotes	2007/08	2008/09
	1	7,9 a	6,62 a
1	2	3,77 a	7,13 a
	3	6,51 a	11,81 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,001$)

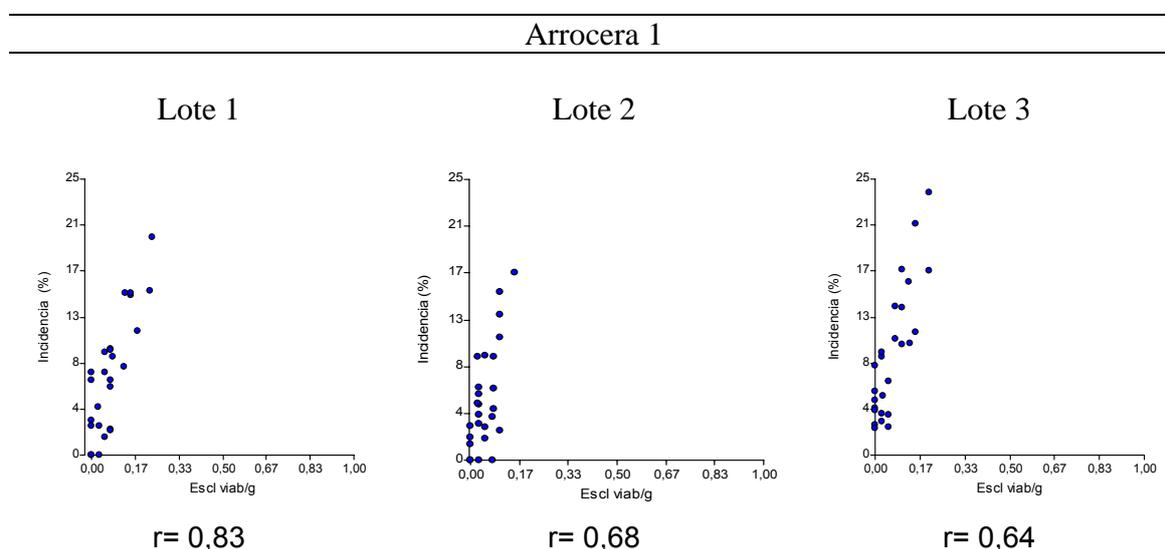


Figura 13. Correlación de Pearson (r) entre esclerocios viables de *Sclerotium oryzae* e incidencia de la podredumbre del tallo, por lote, campañas 2007/08 y 2008/09.

Arrocera 1

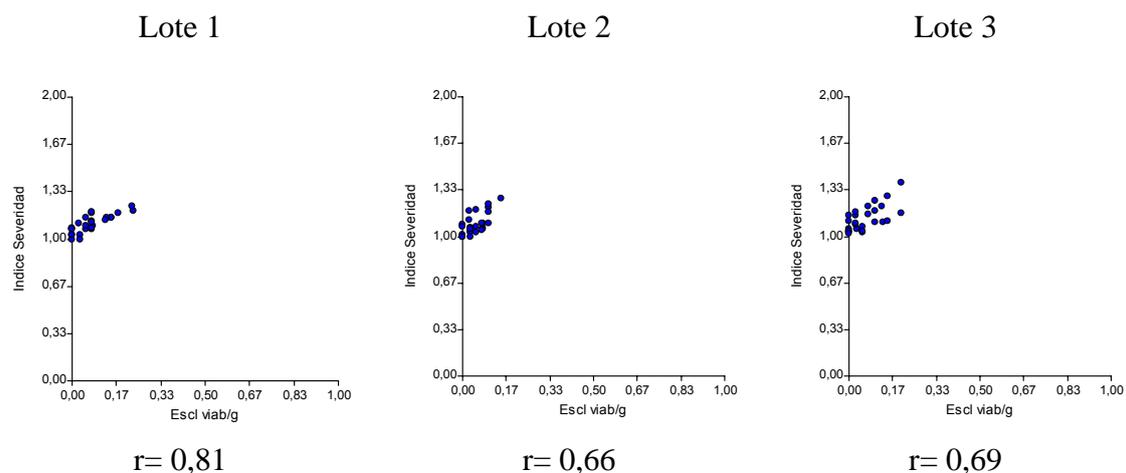


Figura 14. Correlación de Pearson (r) entre esclerocios viables de *Sclerotium oryzae* y severidad de la podredumbre del tallo, por lote, campañas 2007/08 y 2008/09.

Arrocera 1

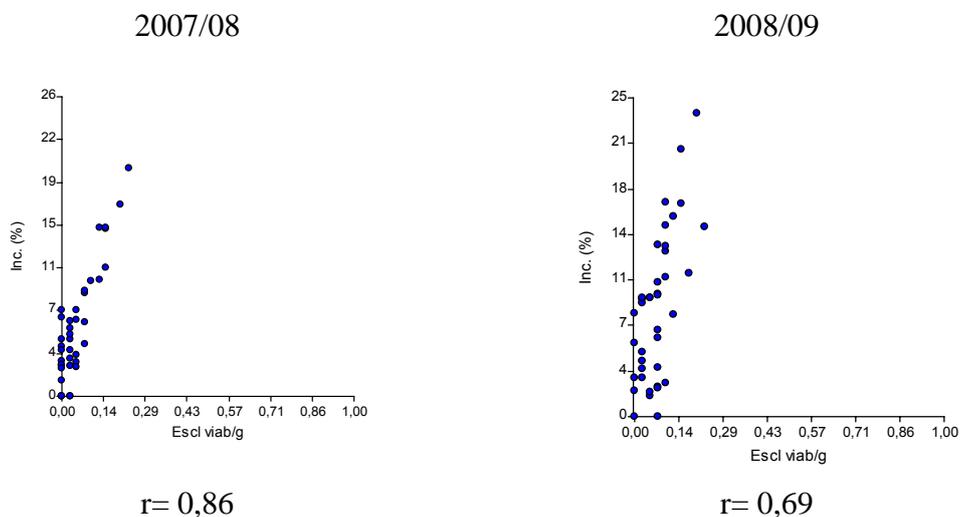


Figura 15. Correlación de Pearson (r) de esclerocios viables por gramo de suelo de *Sclerotium oryzae* e incidencia de la enfermedad por campaña.

Arrocera 1

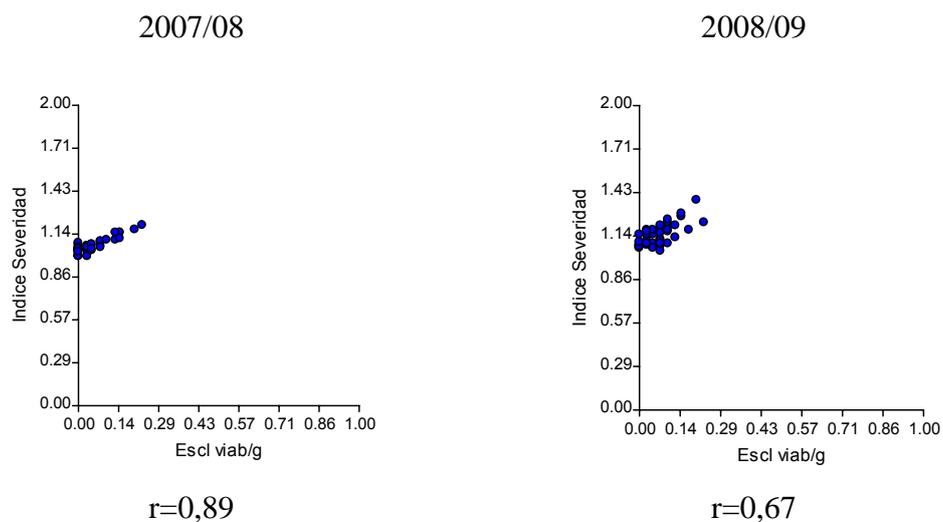


Figura 16. Correlación de Pearson (r) de esclerocios viables de *Sclerotium oryzae* por gramo de suelo y severidad de la enfermedad por campaña.

Arrocera 2.

Se analizaron, las dos campañas agrícolas por separado, ya que corresponden a distintos lotes, muy próximos con distintos sistema de labranza. Lote 1: labranza convencional; lote 2: labranza reducida.

Durante las dos campañas, en los dos lotes analizados se observaron diferencias significativas, en el número de esclerocios viables por gramo de suelo e incidencia de la podredumbre del tallo (Tablas 5 y 6).

En la campaña 2007/08, los valores de r, en el lote 2 presentaron buena asociación entre esclerocios viables por gramo de suelo e incidencia, y entre esclerocios viables y severidad; sin embargo el lote 1, no se observa asociación (Figuras 17 y 18). Para la segunda campaña (2008/09) los valores de r muestran buena asociación para los dos lotes, entre las mismas variables analizadas (Figuras 19 y 20).

Tabla 5. Esclerocios viables por gramo de suelo de *Sclerotium oryzae* por lote y por año.

Arrocera	Campañas	Lotes	
		1	2
2	2007/08	0,01 a	0,10 b
	2008/09	0,25 a	0,50 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,001$)

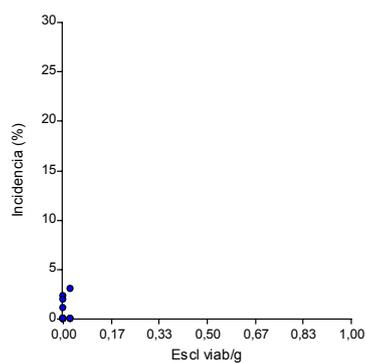
Tabla 6. Incidencia de la podredumbre del tallo por lote y por año.

Arrocera	Año	Lotes	
		1	2
2	2007/08	0,64 a	13,68 b
	2008/09	10,33 a	23,24 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,001$)

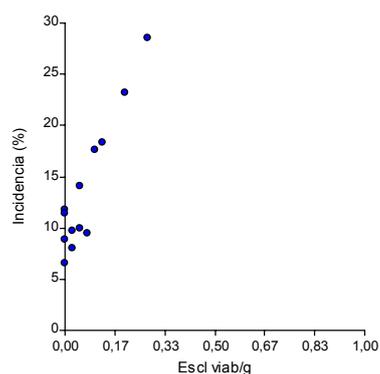
Arrocera 2

Lote 1



$R = 0,20$

Lote 2



$r = 0,94$

Figura 17. Correlación de Pearson entre esclerocios viables de *Sclerotium oryzae* e incidencia de la podredumbre del tallo por lote, durante la campaña 2007/08.

Arrocera 2

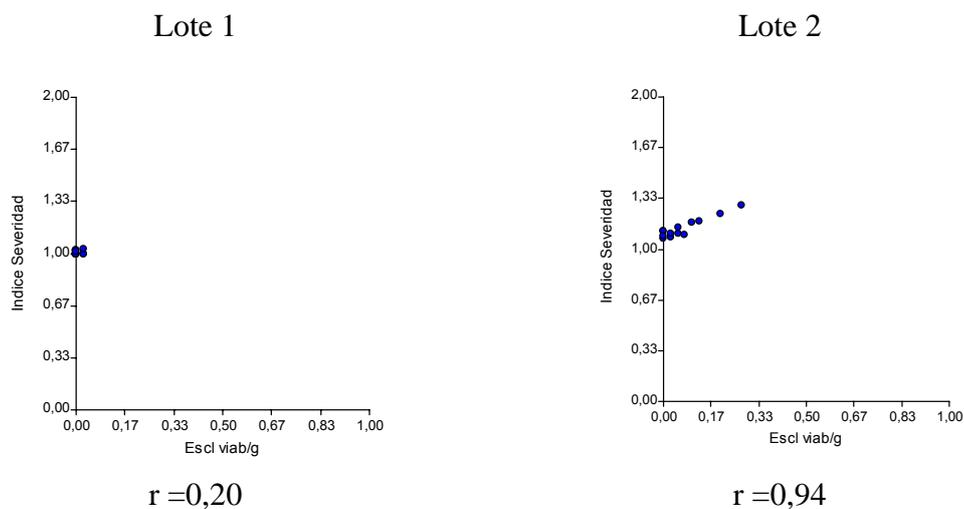


Figura 18. Correlación de Pearson entre esclerocios viables de *Sclerotium oryzae* y severidad de la podredumbre del tallo por lote, durante la campaña 2007/08.

Arrocera 2

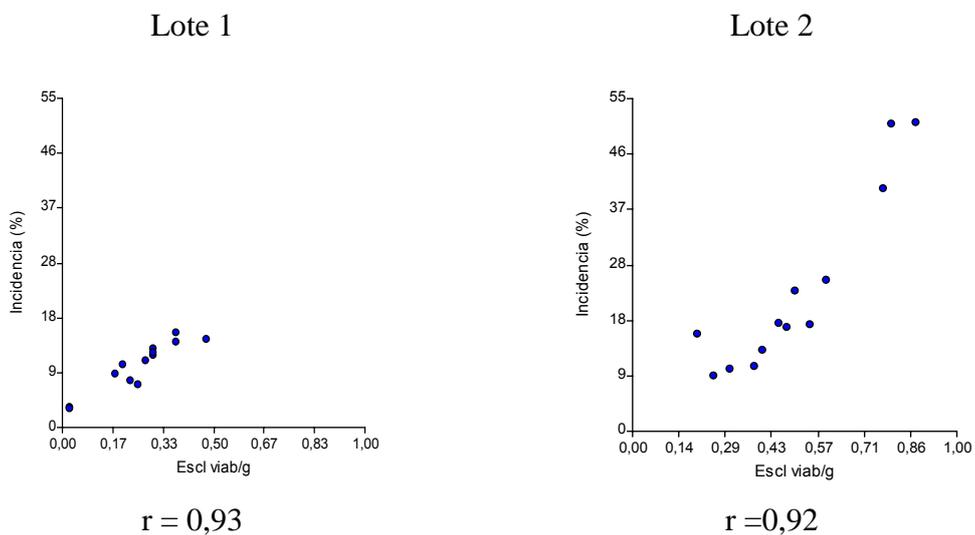


Figura 19. Correlación de Pearson entre esclerocios viables de *Sclerotium oryzae* e incidencia de la podredumbre del tallo por lote (arrocera 2), durante la campaña 2008/09.

Arrocera 2

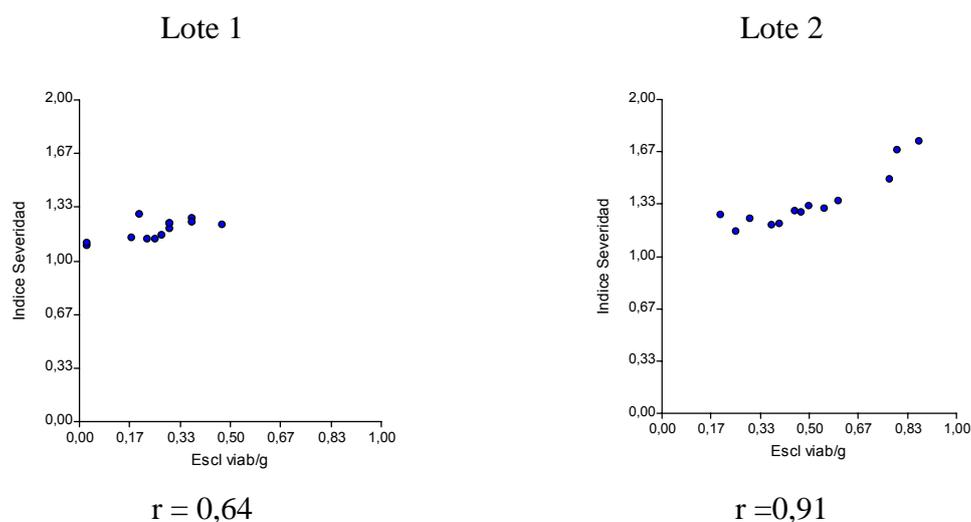


Figura 20. Correlación de Pearson entre esclerocios viables de *Sclerotium oryzae* y severidad de la podredumbre del tallo por lote, durante la campaña 2008/09.

Arrocera 3.

En las tablas 7 y 8, se observa una variabilidad entre campañas de las variables esclerocios viables e incidencia; en el lote 4, no hay diferencias significativas entre campañas en la variable esclerocios viables, si con respecto a incidencia la cual experimentó un aumentó en la segunda. En los lote 6 y 9, hay diferencia en esclerocios viables (disminuyeron en el 2009) y aumento la incidencia. En el lote 15, se observa diferencias en esclerocios viables (aumentó en el 2009) y no hay diferencia en lo que respecta a incidencia.

En general se observa una disminución significativa en la viabilidad de esclerocios en el segundo año de muestreos. Sin embargo se da en todos los casos un aumento en la incidencia que resultó significativo en tres de los cuatro lotes (lotes 4, 6 y 9).

Tabla 7. Esclerocios viables por gramo de suelo de *Sclerotium oryzae* por campaña y por lote.

Arrocera	Lotes	2007/08	2008/09
3	4	0,55 a	0,59 a
	6	0,62 b	0,50 a
	9	0,26 b	0,18 a
	15	0,06 a	0,12 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,001$)

Tabla 8. Incidencia (%) de la podredumbre del tallo por campaña y por lote.

Arrocera	Lotes	2007/08	2008/09
	4	21,92 a	40,07 b
3	6	13,04 a	35,07 b
	9	1,77 a	3,56 b
	15	7,35 a	8,95 a

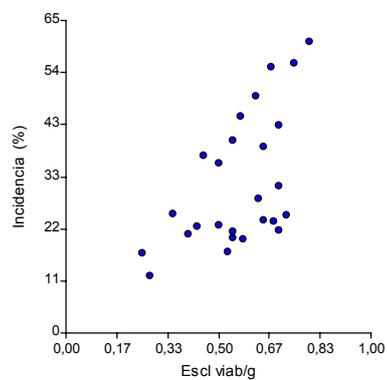
Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,001$)

Los valores de r entre esclerocios viables e incidencia, en los lotes 4 y 15 muestran una asociación positiva, a diferencia de los 6 y 9 que presentaron valores bajos de r (Figura 21).

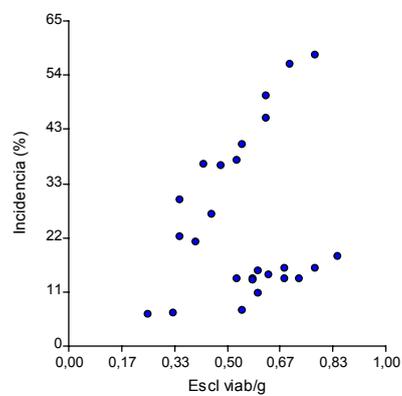
Los valores de r entre esclerocios viables y severidad, en los lotes 4 y 9 resultaron ser bajas, y el lote 6 muy baja, a diferencia del lote 15 que presenta buena asociación (Figura 22).

Arrocera 3

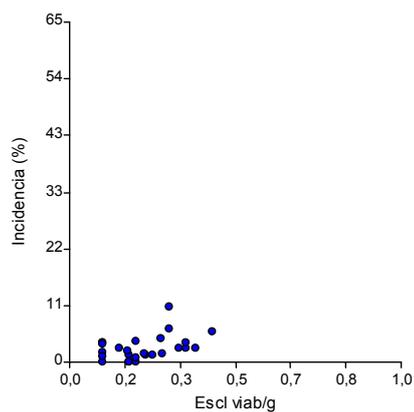
Lote 4

 $r=0,57$

Lote 6

 $r=0,20$

Lote 9

 $r=0,40$

Lote15

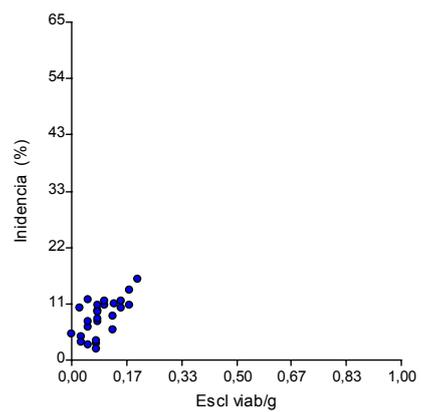
 $r=0,64$

Figura 21. Correlación de Pearson entre esclerocios viables de *Sclerotium oryzae* e incidencia de la podredumbre del tallo por lote durante las campañas 2007/08 y 2008/09.

Arrocera 3

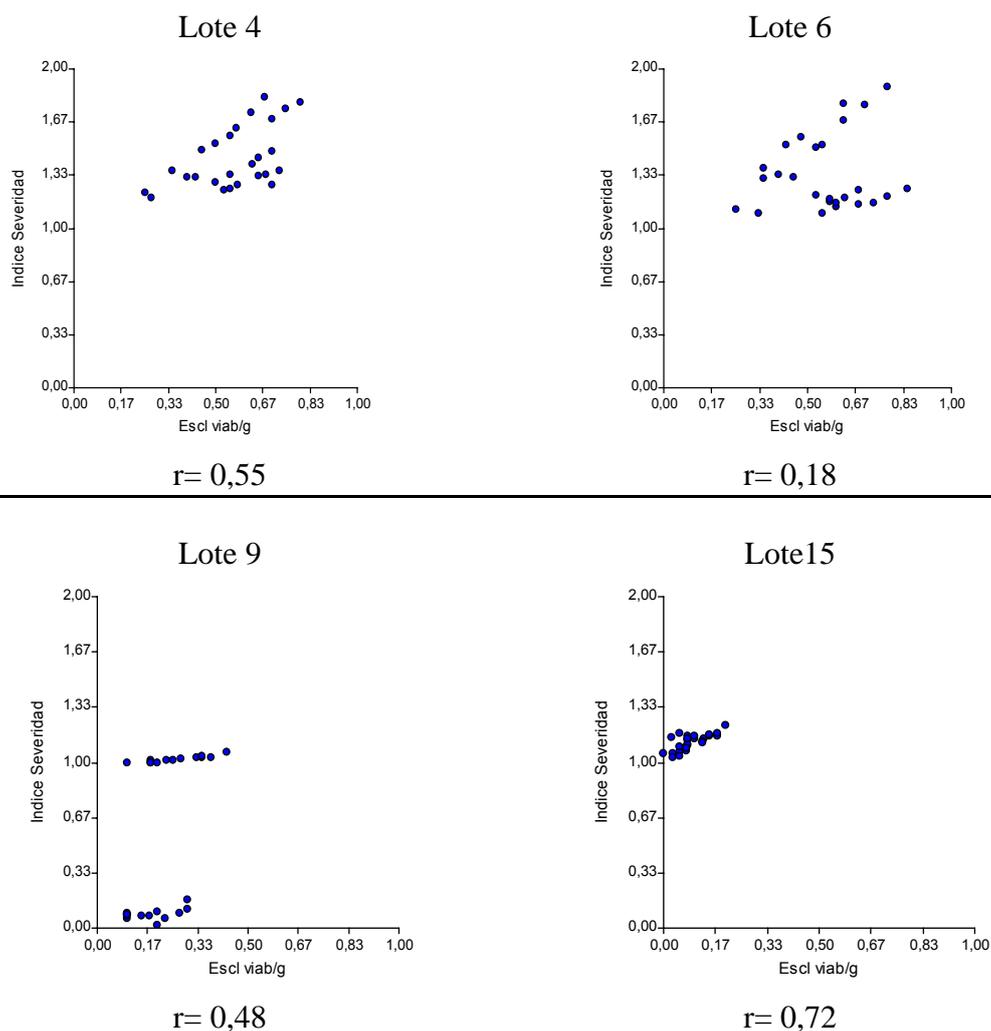


Figura 22. Correlación de Pearson entre esclerocios viables de *Sclerotium oryzae* y severidad de la podredumbre del tallo por lote, durante las campañas 2007/08 y 2008/09.

Considerando cada campaña se observa que entre esclerocios viables e incidencia existe asociación que se visualiza mejor durante la segunda campaña, a diferencia de de número de esclerocios viables y severidad que resulta semejante en ambas campañas (Figuras 23 y 24).

Arrocera 3

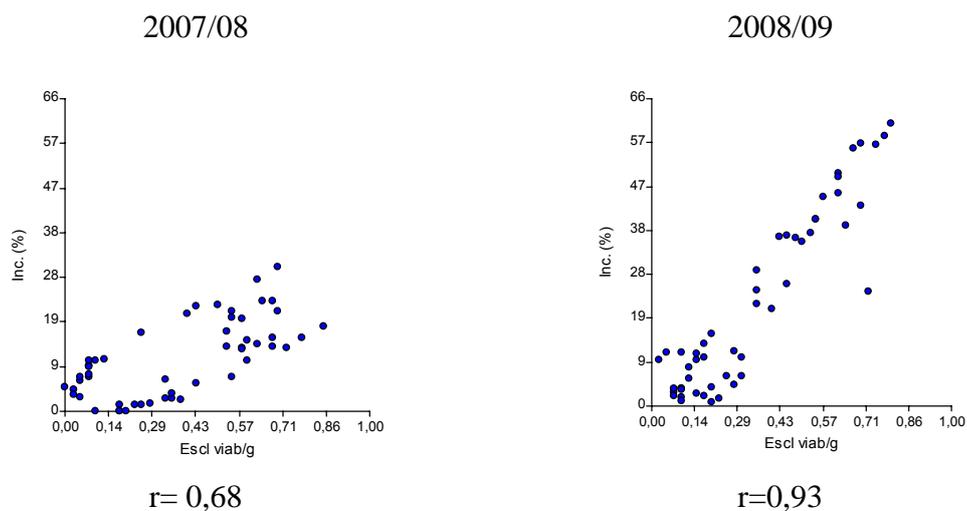


Figura 23. Correlación de Pearson entre esclerocios viables de *Sclerotium oryzae* por gramo de suelo e incidencia de la podredumbre del tallo por campaña.

Arrocera 3

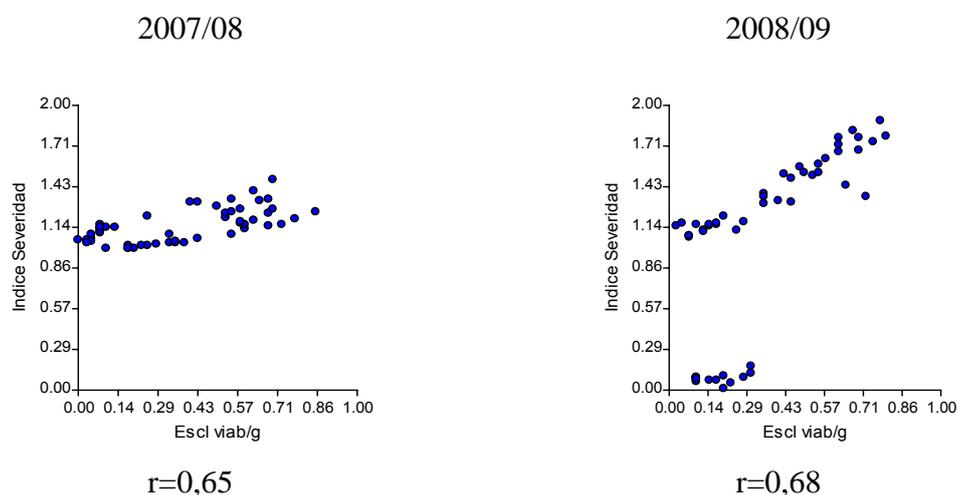


Figura 24. Correlación de Pearson entre esclerocios viables de *Sclerotium oryzae* por gramo de suelo y severidad de la podredumbre del tallo por campaña.

Arrocera 4.

La tabla 9, indica que en los lotes 103, 109, 207 y 301 no hay diferencias significativas entre las campañas con respecto a número de esclerocios viables; mientras que el lote 214 manifiesta diferencias con disminución del número de esclerocios viables en la segunda campaña.

En el lote 608 no se detectaron esclerocios durante la primer campaña, pero sí en algunos sitios de la segunda, presentando bajo niveles de esclerocios viables. En los 602 y 604 no se registraron esclerocios viables en ambas campañas.

La tabla 10, indica que en los lotes 103, 207, 214 y 301 hay diferencia significativa en la variable incidencia entre las dos campañas siendo menor en la segunda.

En el lote 608, no hay diferencias en incidencia entre las dos campañas, sin embargo en los lotes 602 y 604 manifiestan un aumento significativo en la incidencia en la segunda.

Los valores de r son positivos entre esclerocios viables e incidencia, en los lotes 103, 109, 207, 214 y 301 (Figura 25). Sin embargo los lotes 602, 604 y 608 no presentan una asociación entre ambas variables.

Si bien en todos los casos existe asociación entre número de esclerocios viables y severidad, los lotes 103 y 109 presentan los valores de r más bajos (Figura 26). Los lotes 602 y 604 no presentan asociación.

Sin embargo, al analizar todos los lotes por campaña, los valores de r indican que el número de esclerocios viables presenta muy buena asociación tanto con la incidencia como con la severidad (Figuras 27 y 28).

Tabla 9. Esclerocios viables de *Sclerotium oryzae* por gramo de suelo por lote y por campaña.

Arrocera	Lotes	2007/08	2008/09
4	103	0,58 a	0,63 a
	109	0,47 a	0,48 a
	207	0,43 a	0,46 a
	214	0,79 b	0,67 a
	301	0,63 a	0,65 a
	602	0,00 a	0,00 a
	604	0,00 a	0,00 a
	608	0,00 a	0,03 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,001$)

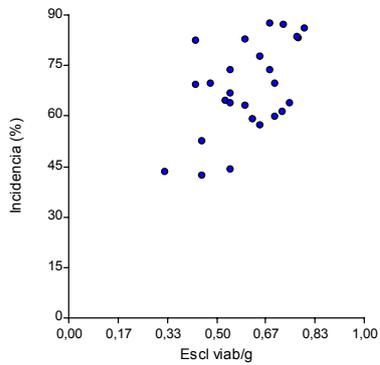
Tabla 10. Incidencia de la podredumbre del tallo por lote y por campaña.

Arrocera	Lotes	2007/08	2008/09
4	103	72,91 b	63,02 a
	109	33,46 a	37,04 a
	207	49,37 b	35,11 a
	214	69,52 b	55,14 a
	301	48,35 b	25,45 a
	602	0,44 a	2,13 b
	604	0,43 a	1,48 b
	608	10,02 a	10,05 a

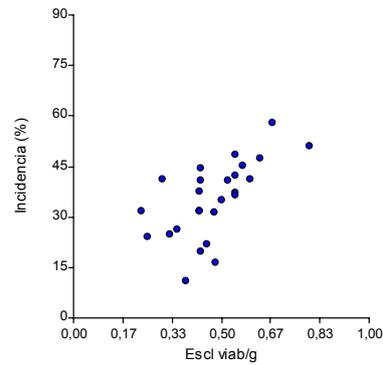
Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,001$).

Arrocera 4

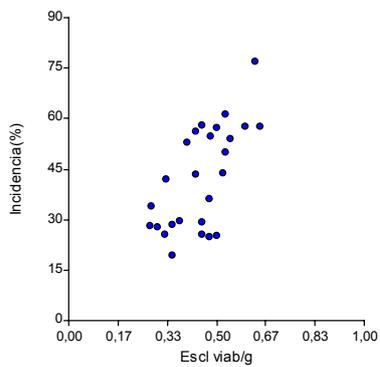
Lote 103


 $r = 0,53$

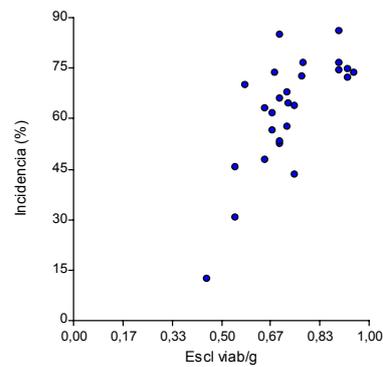
Lote 109


 $r = 0,63$

Lote 207


 $r = 0,67$

Lote 214


 $r = 0,72$

Lote 301

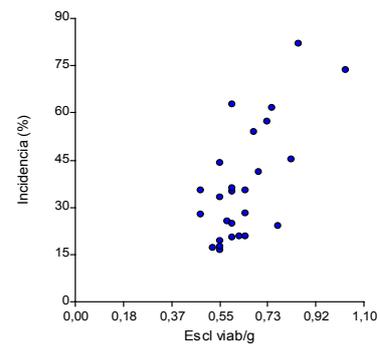
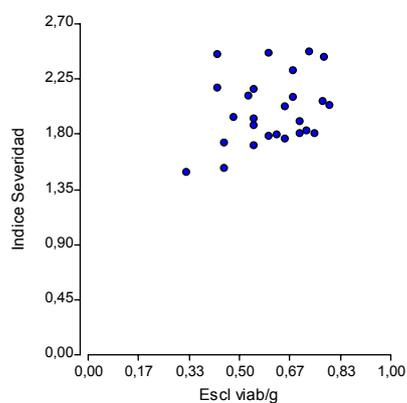

 $r = 0,68$

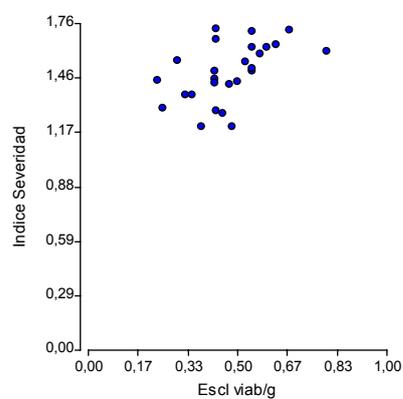
Figura 25. Correlación de Pearson entre esclerocios viables de *Sclerotium oryzae* por gramo de suelo e incidencia de la podredumbre del tallo por lote.

Arrocera 4

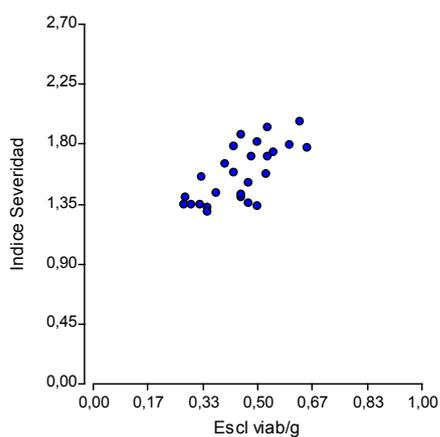
Lote 103

 $r = 0,29$

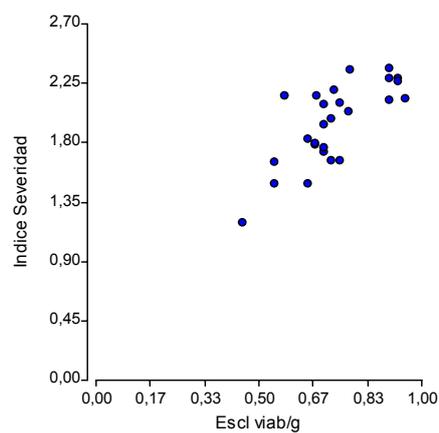
Lote 109

 $r = 0,52$

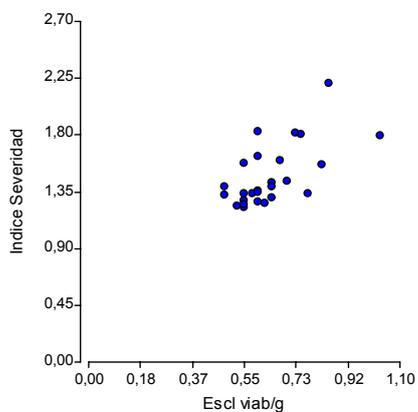
Lote 207

 $r = 0,70$

Lote 214

 $r = 0,75$

Lote 301

 $r = 0,62$

Lote 608

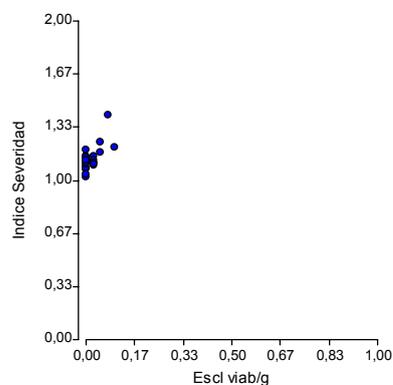
 $r = 0,67$

Figura 26. Correlación de Pearson entre esclerocios viables de *Sclerotium oryzae* por gramo de suelo y severidad de la podredumbre del tallo por lote.

Arrocera 4

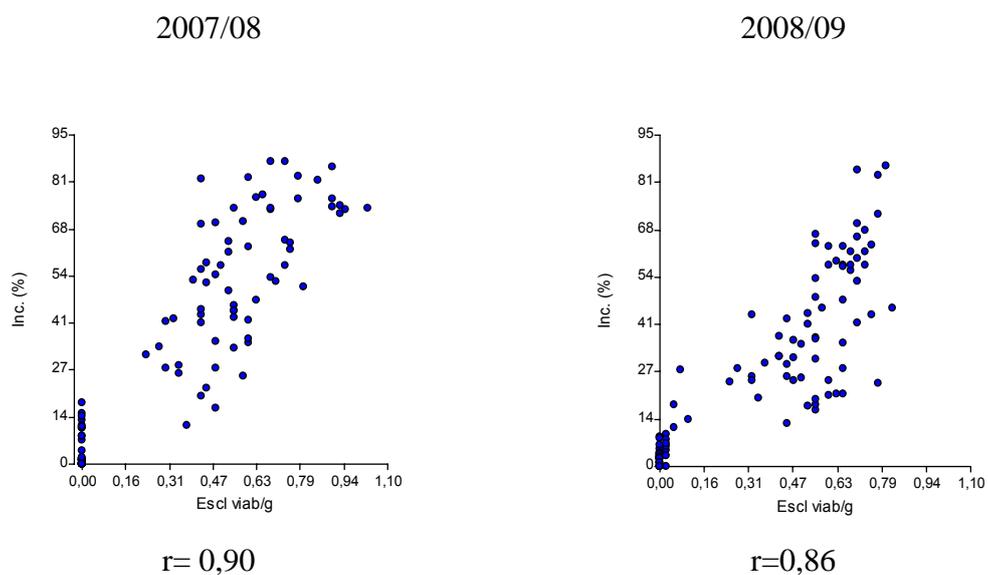


Figura 27. Correlación de Pearson entre esclerocios viables por gramo de suelo de *Sclerotium oryzae* e incidencia de la podredumbre del tallo por campaña.

Arrocera 4

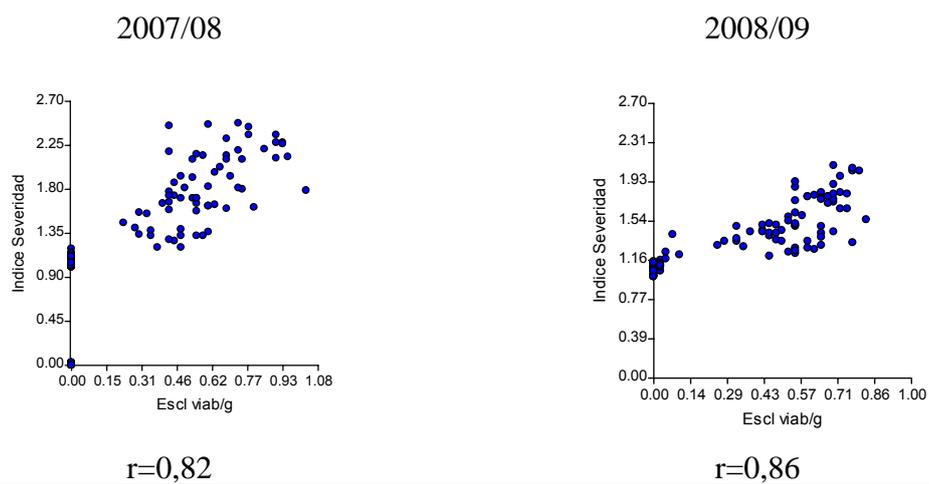


Figura 28. Correlación de Pearson entre esclerocios viables de *Sclerotium oryzae* por gramo de suelo y severidad de la podredumbre del tallo por campaña.

Arrocera 5.

La Tabla 11, muestra que en los lotes 13 y 26 existen diferencias significativas entre campañas con respecto a número de esclerocios viables, siendo menor en la campaña 2008/09. En el lote 31, si bien no se detectaron esclerocios en la primera campaña, sí los hubo en la siguiente. Los lotes 27, 33 y 34 no manifestaron diferencias significativas entre campañas.

En la Tabla 12, se observa, que en el lote 31, hubo a un aumento significativo de la incidencia en la segunda campaña. En los otros lotes no se observan diferencias.

En los lotes 26, 27, 31 y 33 los valores de r manifiestan buena asociación entre número de esclerocios viables e incidencia de la enfermedad (Figura 29).

Los lotes 31 y 33 también presentan una buena asociación entre esclerocios viables por gramo de suelo y severidad (Figura 30).

Tabla 11. Esclerocios viables por gramo de suelo de *Sclerotium oryzae* entre campañas por lote.

Arrocera	Lotes	2007/08	2008/09
5	13	0,35 b	0,22 a
	26	0,19 b	0,09 a
	27	0,07 a	0,07 a
	31	0,00 a	0,08 a
	33	0,07 a	0,05 a
	34	0,02 a	0,02 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,001$)

Tabla 12. Incidencia de la podredumbre del tallo entre campañas por lote.

Arrocera	Lotes	2007/08	2008/09
5	13	28,14 a	27,68 a
	26	11,21 a	9,19 a
	27	11,67 a	11,94 a
	31	2,92 a	9,77 b
	33	9,46 a	9,55 a
	34	0,91 a	1,89 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,001$)

Arrocera 5

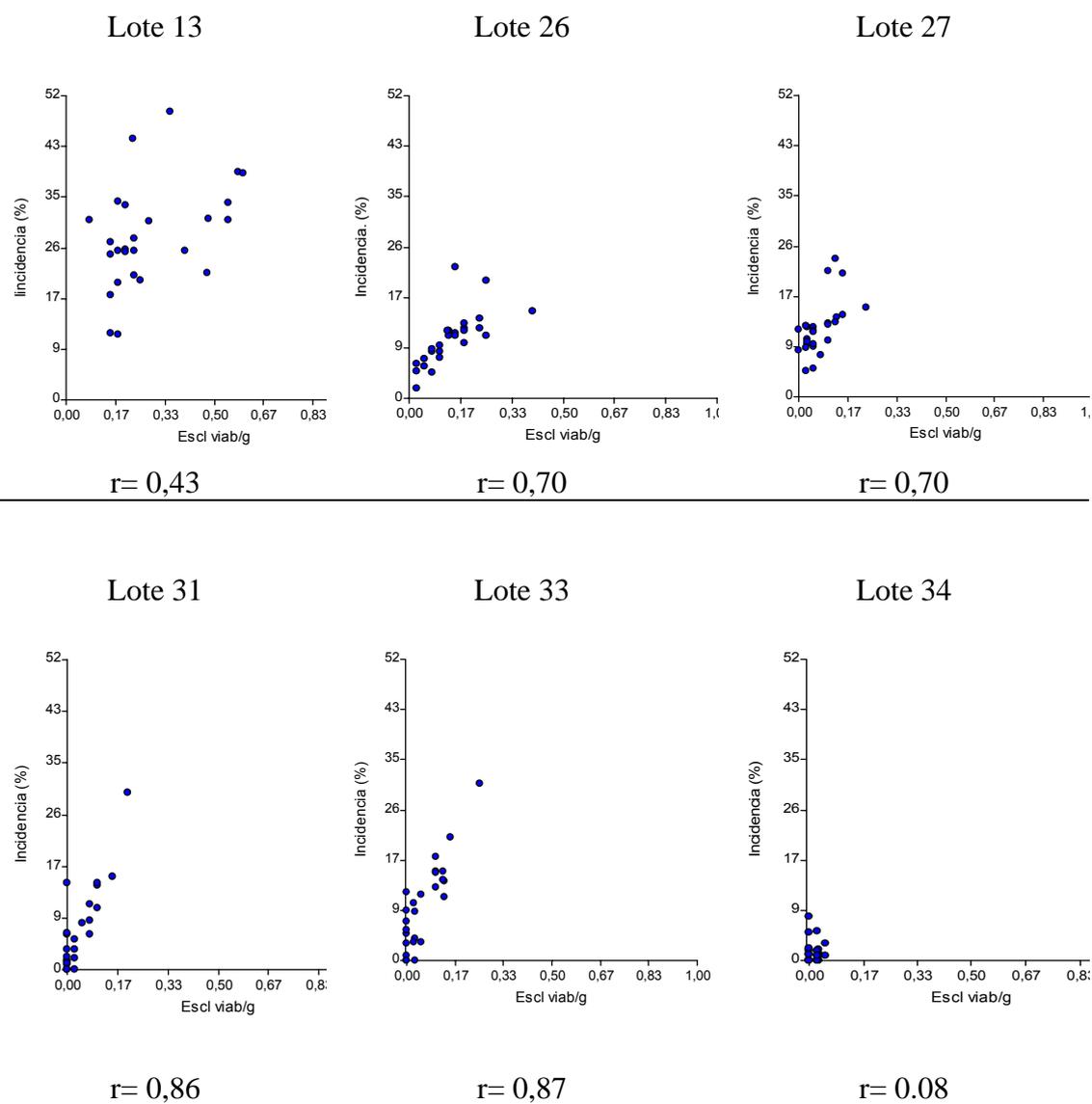
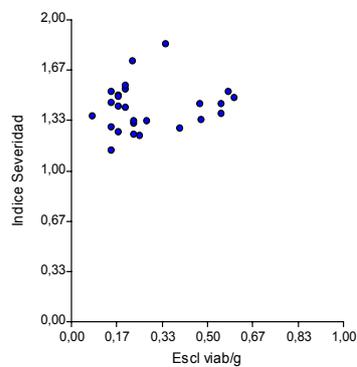


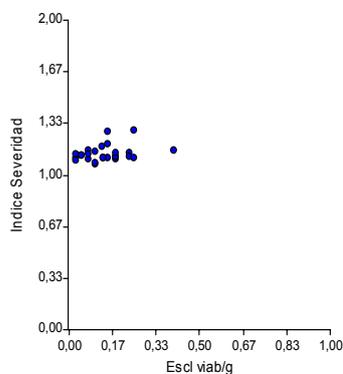
Figura 29. Correlación de Pearson entre esclerocios viables de *Sclerotium oryzae* por gramo de suelo y incidencia de la podredumbre del tallo por lote.

Arrocera 5

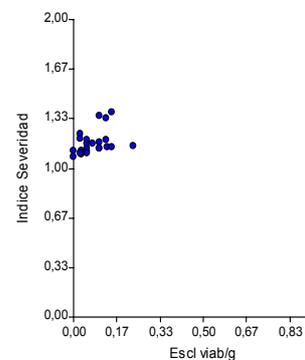
Lote 13

 $r = 0,14$

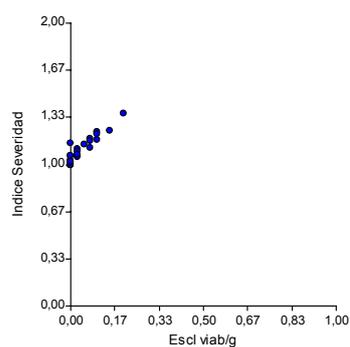
Lote 26

 $r = 0,30$

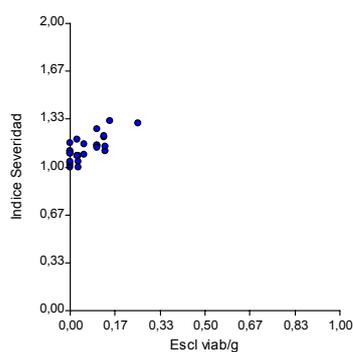
Lote 27

 $r = 0,42$

Lote 31

 $r = 0,93$

Lote 33

 $r = 0,75$

Lote 34

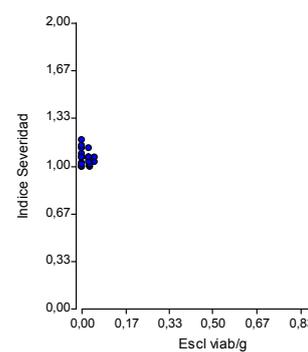
 $r = -0,27$

Figura 30. Correlación de Pearson entre esclerocios viables de *Sclerotium oryzae* y severidad de la podredumbre del tallo por lote.

Igualmente, al analizar los lotes por campaña, los valores de r indican que el número de esclerocios viables presenta muy buena asociación con la incidencia como con la severidad (Figuras 31 y 32).

Arrocera 5

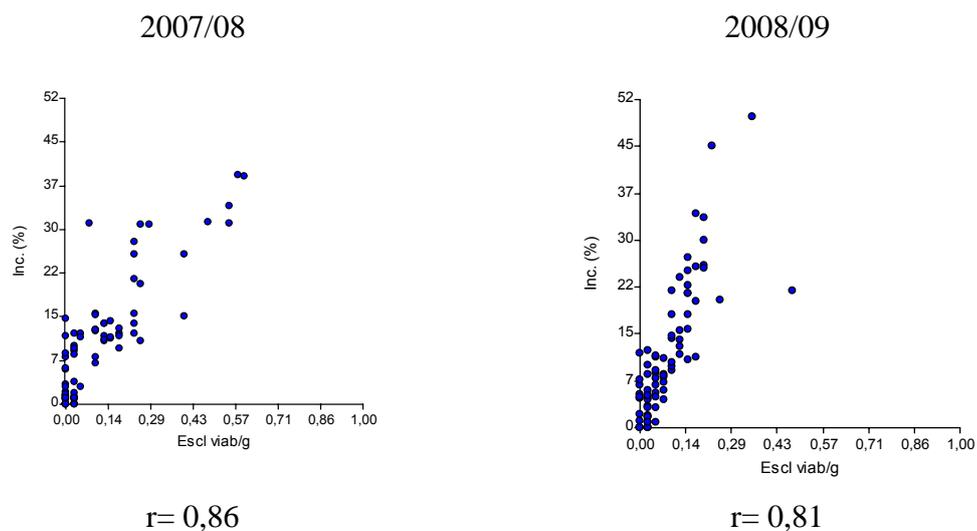


Figura 31. Correlación de Pearson de esclerocios viables de *Sclerotium oryzae* por gramo de suelo e incidencia de la podredumbre del tallo por campaña.

Arrocera 5

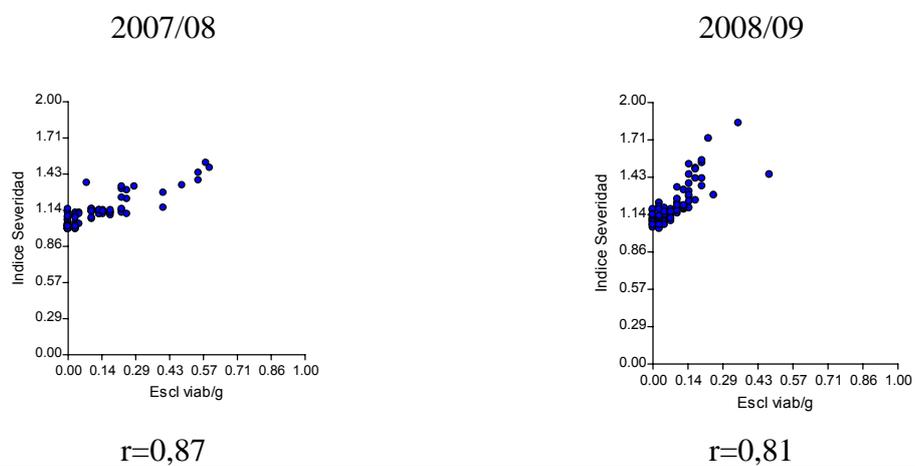


Figura 32. Correlación de Pearson de esclerocios viables de *Sclerotium oryzae* por gramo de suelo y severidad de la podredumbre del tallo por campaña.

DISCUSIÓN

La podredumbre del tallo, fue registrada en las tres zonas agroecológicas definidas para este estudio (Paraná medio, Centro sur y Costa río Uruguay) del cultivo de arroz en la provincia de Corrientes, durante dos campañas consecutivas (2007/08 y /2008/09).

Según los datos obtenidos los valores de esclerocios viables por gramo de suelo fueron de 0,025 a 1,03.

Los valores de incidencia y severidad variaron entre 1,02 a 87 %, y 1,01 a 2,47, respectivamente.

En algunos sitios de muestreo se observaron dos situaciones: a) incidencias de la enfermedad de hasta 17 % (Arrocera 4), aun sin detección de inóculo, lo que indicaría que puede ocurrir enfermedad aún cuando no se registren esclerocios viables; y b) con presencia de inóculo en el campo, no se encontró sintomatología de la enfermedad.

Estas dos situaciones podrían tener distintos orígenes. En primer lugar una falla metodológica, cuando el nivel de inóculo en el suelo es muy bajo, el método no los detecta, aunque Krause (1972) al validar la metodología recuperó el 92 % de los esclerocios enterrados. Por otra parte si bien la principal fuente de inóculo de la enfermedad la constituyen los esclerocios que permanecen en el suelo y en los restos de cultivo infectados, la semilla también podría contribuir, según lo determinado por Gutiérrez (2005), quien detectó esclerocios de *S. oryzae* en semillas de arroz que al germinar manifestaron la enfermedad. Por último la situación b (presencia de inóculo, sin enfermedad), podría resultar del desplazamiento de esclerocios, durante la inundación del cultivo del arroz, por el flujo de agua a otros sitios distintos a los muestreados. Este desplazamiento de los esclerocios por el flujo de agua fue informado por Krause and Webster (1973).

Varios autores estudiaron la influencia de los sistemas de labranza, principalmente relacionado con el manejo del rastrojo (Bockus *et al.* 1979; Cintas & Webster, 2001), quienes indican que la incorporación del mismo, comparando en un sistema sin labranza, reduce su viabilidad, debido al mayor contacto con el suelo, y la actividad microbiana.

Considerando todos los lotes de cada arrocería y por año, las correlaciones entre esclerocios viables e incidencia de la enfermedad y esclerocios viables e índice de severidad de la enfermedad, manifiestan correlaciones positivas, aún a bajos niveles de esclerocios viables, con valores de $r=0,68$ a $r=0,93$ y $r=0,65$ a $r=0,90$, respectivamente; esto coincide con Krause and Webster (1973) y Webster (1992), quienes determinaron en otras regiones del cultivo de arroz, que existe correlación entre esclerocios viables por gramo de suelo, la severidad de la enfermedad y pérdidas de rendimiento, debido a la podredumbre del tallo.

CONCLUSIONES

En los 23 lotes analizados en cada campaña, la población de *S. oryzae* mostró gran variabilidad entre las diferentes zonas del cultivo de arroz de la provincia de Corrientes, entre los distintos departamentos (Berón de Astrada, Curuzú Cuatiá, Mercedes, San Martín y Santo Tomé), e incluso entre los lotes dentro de una misma arrocería.

Se observó además, que bajos niveles de incidencia de la enfermedad generalmente se corresponden a niveles bajos de inóculo. Con densidades de 0 a 0,19 esclerocios viables por gramo de suelo, manifestaron niveles de incidencia, que variaron hasta 33,87 %. Densidades de inóculo mayores a 0,20 esclerocios por g de suelo resultaron con incidencias de hasta 87 %. Cabe destacar que no todas las densidades de inóculo resultaron en algún nivel de incidencia y severidad.

La variabilidad en la población de *S. oryzae* que surge en este trabajo, entre los diferentes lotes de un mismo campo, podría estar relacionado con la antigüedad del uso del suelo para el cultivo de arroz, además del sistema labranza utilizado por los productores, que es muy variable entre y dentro de cada sistema de cultivo. Este aspecto debería ser analizado en un futuro para conocer como influyen las prácticas de labranza utilizadas por productores de la región, en el avance regional de la enfermedad a lo largo del tiempo.

La relación de las prácticas culturales con el nivel de inóculo, se hace evidente entre dos lotes muy próximos de un mismo campo en el departamento Santo Tomé (arrocería 2) con distintos sistema de labranza (convencional y reducida) y varios años del cultivo, donde la población de *S. oryzae*, es menor en el sistema de labranza convencional; igualmente ocurre en dos de los lotes analizados del departamento Berón de Astrada (arrocería 3).

Los valores de correlación de Pearson (r) entre esclerocios viables por gramo de suelo e incidencia, considerando cada lote en forma individual por arrocería, variaron de muy baja a muy alta ($r=0,08$ a $r=0,97$). Con respecto a la correlación entre número de esclerocios viables por gramo de suelo y severidad los valores variaron de $r=0,14$ a $r=0,92$ (en un solo lote dio valor negativo, $r=-0,27$).

A partir de estos datos se podría plantear, tentativamente, un umbral representado por el número de esclerocios viables en cada zona, por encima del cual sería conveniente recurrir a estrategias de manejo de la enfermedad.

Con los resultados de este trabajo podríamos proponer que ese umbral sea de 0,20 esclerocios viables por gramo de suelo. Esto genera una incidencia relativamente baja variando entre 0,00 y 23,26 %, con valores extremos de 33,80 % en algunos sitios de muestreo.

Por otra parte el aislamiento de un número crítico de cepas permitiría en un futuro el análisis de variabilidad poblacional del patógeno mediante cruzamientos o estudios moleculares que contribuyan en la investigación de variedades resistentes del hospedante.

BIBLIOGRAFIA

- Acevedo, M; W Castrillo y U Belmonte. 2006. Origen, diversidad y evolución del arroz. *Agronomía Trop.* 56:151-170.
- Alippi, EE. 1974. Aparición de la podredumbre del tallo del arroz (*Oryza sativa* L.) ocasionada por *Sclerotium oryzae* Catt. en la República Argentina. *Rev. Fac. Agr. (UNLP)* 1-2: 139-141.
- Asociación correntina de plantadores de arroz (ACPA). 2009. <http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar>
- Bockus, WW; RK Webster, and T Kosuge. 1978. The competitive saprophytic ability of *Sclerotium oryzae* derived from sclerotia. *Phytopathology* 68: 417-421.
- Bockus, WW and RK Webster. 1979. Decline in numbers and inoculum potencial of *Sclerotium oryzae* in field soil. *Phytopathology* 69: 389-392.
- Bockus, WW., RK. Webster, CM Wick and LF Jackson. 1979. Rice residue disposal influences overwintering inoculum level of *Sclerotium oryzae* and stem rot severity. *Phytopathology* 69: 862-865.
- Cintas, NA and RK Webster. 2001. Effects of rice management on *Sclerotium oryzae* inoculum, stem rot severity, and yield of rice in California. *Plant Dis.* 85: 1140-1144.
- Cother, E and H Nicol. 1999. Susceptibilidad of Australian rice cultivars to the stem rot fungus *Sclerotium oryzae*. *Aust J Plant Pathol.* 28:85-91.
- Cúndom, MA; S Gutiérrez; R Miño y JA Duarte. 2008. Prevalencia e incidencia de las enfermedades del tallo y vainas foliares del arroz en la provincia de Corrientes. *En: Actas 1er. Congreso Argentino de Fitopatología. Córdoba-Argentina.* pp. 614.
- Chauhan, LS; SC Verma and JK Bajpai. 1968. Assessment of losses due to stem rot of rice caused by *Sclerotium oryzae*. *Plant Dis. Rep.* 52: 963-965.
- Ferreira, SA. and RK Webster. 1975. Genetics of stem rot resistance in rice and virulence in *Sclerotium oryzae*. *Phytopathology* 65: 968-971.
- Ferreira, SA. & RK Webster. 1976. Evaluation of virulence in isolates of *Sclerotium oryzae*. *Phytopathology* 66: 1151-1154.
- Fischer, A. 1999. Producción de arroz en América Latina: Área sembrada y costos. pp. 3-5. *En: Manejo integrado (MIP). Centro Integral de Agronomía Tropical (CIAT). Cali, Colombia.* N2 147 p.
- Fortugno C y LA Rossi. 1984. *Nakataea sigmoidea (Helminthosporium sigmoideum)* en relación con la "Podredumbre del tallo del arroz". *IDIA* 421-424: 84-86.
- Gutiérrez, SA. 2005. Detección del estado esclerótico de *Magnaporthe salvinii* en semillas de arroz de la provincia de Corrientes, Argentina. *Summa Phytopathologica* 31:279-281.
- Gutiérrez, SA y MA Mazzanti de Castañón. 2002. Obtención *in vitro* de *Magnaporthe salvinii* (Ascomycota), agente causal de la podredumbre del tallo de arroz. *Fitopatología* 37: 128-132.
- Gutiérrez, SA y MA Cúndom. 2008. Situación actual de las enfermedades fúngicas del cultivo del arroz en el nordeste de Argentina. *En: Actas Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, SGCYT, UNNE, Corrientes-Argentina.*
- International rice research institute. 1980. Standard Evaluation Systems for Rice. International Rice Testing Program (IRTP). Los Baños, Philippines, IRRI. 44 p.

- Jackson, LF; RK Webster; CM Wick; Bolstad and JA Wilkerson. 1977. Chemical control of stem of rice in California. *Phytopathology* 67: 1155-1158.
- Jaim, SS. 1976. Studies on the effects of nitrogen, phosphorus and potassium on stem rot of rice. *Oryza* 13: 55-61.
- Keim, K and RK Webster. 1974. Nitrogen fertilization and severity of stem rot of rice. *Phytopathology* 64: 178-183.
- Krause, RA and RK Webster. 1972. The morphology, taxonomy, and sexuality of the rice stem rot fungus, *Magnaporthe salvinii* (*Leptosphæria salvinii*). *Mycologia* 64: 103-114.
- Krause, RA and RK Webster. 1972. Sclerotial production, viability determination and quantitative recovery of *Sclerotium oryzae* from soil. *Mycologia* 64: 1333-1337.
- Krause, R.A., and R.K. Webster. 1973. Stem rot of rice in California. *Phytopathology* 63: 518-523.
- Ligier, D; EH Escobar y R Melgar. 1985. Regiones arroceras. *En: Proyecto arroz. EEA INTA Corrientes. EEA INTA Corrientes. Vol. V.*
- Marchionatto, JK. 1942. Nota experimental sobre el "quemado" de arroz (*Pyricularia oryzae* Br. et Cav.). *Agronomía* (Revista del Centro de estudiantes de Agronomía de Buenos Aires) 33: 351-354.
- Marín, AR. 2008. Parámetros climáticos campaña 07/08 y sus efectos sobre la producción. *En: Proyecto arroz. EEA INTA Corrientes. p. 1-6.*
- Mazzanti de Castañón, MA. 1972. Enfermedades de las plantas registradas en la provincia de Corrientes. *IDIA. 28:7-27.*
- Mazzanti de Castañón, MA; SM Mazza de Gaiad y SA Gutiérrez de Arriola. 1994. Reacción *in vitro* a *Sclerotium oryzae*. *Fitopatología* 29: 172-177.
- Mazzanti de Castañón, MA; S Mazza de Gaiad y SA Gutiérrez de Arriola. 1997. Variabilidad patogénica de *Sclerotium oryzae* en la Argentina. *Fitopatología* 32: 58-63.
- Mazzanti de Castañón, MA y SA Gutiérrez de Arriola. 1999. Contribución al conocimiento de las enfermedades transmisibles del arroz en Argentina. *En: Actas Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, SGCYT, UNNE. Corrientes-Argentina. Vol. 5:147- 149.*
- Mazzanti de Castañón, MA y SA Gutiérrez de Arriola. 2001. Enfermedades del cultivo de arroz en Argentina. *Fitopatol. Bras. 26: 481.*
- Méndez, M. 2008. Nutrición y fertilización del arroz. *En: Guía de buenas prácticas agrícola para el cultivo de arroz en Corrientes. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y Asociación Correntina de Plantadores de Arroz (ACPA). Corrientes, Argentina. p. 39-43.*
- Oster, JJ. 1992. Reaction of a resistant breeding line and susceptible California rice cultivars to *Sclerotium oryzae*. *Plant Dis* 76: 740-744.
- Ou, S.H. 1985. Rice Diseases. 2nd ed. Kew, Surrey, England, Commonwealth Mycological Institute. 380 p.
- Pantoja, A, A Ramírez y LR Sanint. 1999. Agroecosistemas en que se cultiva arroz. Pp. 7-10. *En: Pantoja A; A Fischer, F Correa-Victoria, LR. Sanint y A Ramírez. MIP en arroz. Centro Integral de Agronomía Tropical (CIAT). Cali, Colombia. Pág. 2*

- Pedraza, MV. 2005. Principales actividades sobre enfermedades del cultivo de arroz en la EEA Concepción del Uruguay, INTA. Resultados Experimentales 2004-2005. pp. 117-127. *En: Proarroz*. EEA INTA Concepción del Uruguay.
- Rigonatto RE. 2007. Determinación de enfermedades del arroz en ensayos regionales. Campaña 2006-2007. P.43-46. *En: Proyecto Arroz*. EEA INTA Corrientes. Vol. XV.
- Ruiz, A. 1998. Caracterización del área arroceras de la región CREA Litoral norte. . pp. 10-13. *En: Arroz*. Cuaderno de actualización técnica N° 61. AACREA.
- SAGPyA - Coordinación de Delegaciones. 2009.
- Tullis, EC. 1932. *Leptosphæria salvinii*, the ascigerous state of *Helminthosporium sigmaideum* and *Sclerotium oryzae*. *Journal Agric Res* 47:675-687.
- Vara, J y A Marín. 2008. Preparación del terreno. *En: Guía de buenas practicas agrícola para el cultivo de arroz en Corrientes*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y Asociación Correntina de Plantadores de Arroz (ACPA), Corrientes, Argentina. p. 25-29.
- Webster, Rk. J Bolstad, CM Wick and DH Hall. 1976. Vertical distribution and survival of *Sclerotium oryzae* under various tillage methods. *Phytopathology* 66: 97-101.
- Webster RK. 1992. Stem rot. *In: Webster RK, Gunnell PG, eds. Compendium of rice diseases*. American Phytopathological Society, St Paul, MN. Pp. 21-22.
- Webster, RK. and PS. Gunnell eds. 1992. *Compendium of Rice Diseases*. St. Paul, Minnesota, USA, The American Phytopathological Society 92 p.
- Williams, J. and Golman-Smith. 2001 Correcting Potassium deficiency can reduce rice stem diseases. *Better Crops* V. 85 n° 1: 7-9.