

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA-León
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGIA



DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A ENFERMEDADES CAUSADAS POR
Helminthosporium oryzae, *Cercospora oryzae* Y RENDIMIENTOS EN NUEVE LINEAS
Y UNAVARIEDAD DE ARROZ EN EL MUNICIPIO DE POSOLTEGA EN EL
PERIODO JULIO-DICIEMBRE 2005.

PRESENTADO POR: BR. OMAR PICHARDO
BR. EDUARDA SIRIA
BR. BRENDA SOZA

“Previo para optar al título de Ingeniero en Agroecología Tropical”

TUTOR: MSc. WILBER SALAZAR ANTON

ASESOR: ING. JOSE CORRALES

LEON, JUNIO, 2006

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios por habernos guiado en este camino dándonos fuerza y sabiduría para salir adelante y vencer cualquier adversidad.

A nuestros padres por que con sus sacrificios, valor y amor nos ayudaron a coronar nuestros estudios a lo largo de todos estos años.

También agradecemos a nuestro tutor MSc. Wilber Salazar Antón y a nuestro asesor Ing. José Corrales por brindarnos su tiempo y conocimientos para la elaboración del presente trabajo monográfico.

A Ingeniero Hugo Bolaños por brindarnos su apoyo económico y motivarnos para la culminación del presente trabajo monográfico.

Agradecemos a todos aquellos que de una u otra forma colaboraron con la realización de este presente trabajo.

Omar R. Pichardo Paz
Eduarda S. Siria Martínez
Brenda S. Soza Alfaro

DEDICATORIA

A Dios por prestarme la vida, ayuda y protección ante las dificultades y riesgos que se presentaron en el transcurso de mis estudios.

A mi madre Lorgia Lelys Pérez Paz por brindarme su apoyo incondicional con sus consejos, motivación y sobre todo su amor para la realización de mis estudios universitarios.

A mi tía Rosario Pichardo y mi abuela Erlinda Paz por su apoyo tanto económico como emocional y la confianza depositada en mí.

A mis hermanos : Bismarck, Luis y Lorgia por todo su apoyo y estima brindada.

Omar R. Pichardo Paz

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a:

A Dios por darme la vida y fuerzas para terminar mis estudios profesionales y seguir siempre adelante.

A mis padres: Heriberto Sirias (q.e.p.d) y Maria Martínez Muños por su apoyo incondicional para realizar mis sueños y construir un futuro mejor.

A mis hermanas: Ana Maria, Clara Verónica y Adelayda por ser símbolo de esfuerzo y superación personal.

A mis sobrinos(as) Alicia María, Eleem Patricia, Rodrigo Heriberto por la alegría que brindan en mi familia.

A todas las personas que de alguna u otra manera me han brindado su apoyo moral para realizar mis estudios.

Eduarda S. Siria Martínez

DEDICATORIA

A Dios por darme el don de la vida y protegerme siempre para concluir con éxito mis metas.

A mis padres Rufino Soza Talavera y Justina Alfaro Morales por sus sacrificios, consejos y apoyo incondicional que me han brindado durante mi vida.

A mis hermanos: Elizabeth, Maynord, Alan y Hermicenda , por animarme siempre para que alcance mis sueños.

A mi tía Ramona Imelda Alfaro Morales por brindarnos siempre su apoyo desmedido y desinteresado para que nos formemos profesionalmente.

Brenda S. Soza Alfaro

INDICE GENERAL

Contenido	Páginas
Agradecimiento.....	2
Dedicatoria.....	3
Indice de contenido.....	6
Indice de tablas.....	7
Indice de figuras.....	8
Resumen.....	9
I. Introducción	10
II. Objetivos	11
III. Hipótesis	12
IV. Marco teórico	13
4.1. Taxonomía y morfología de la planta de arroz.....	13
4.2. Importancia económica y distribución geográfica.....	15
4.3. Requerimientos edafológicos y climáticos del cultivo.....	15
4.4. Manejo agronómico del cultivo.....	16
4.5. Protección sanitaria del arroz.....	18
4.6. <i>Helminthosporium oryzae</i> Breda de Hann.....	19
4.7. <i>Cercospora oryzae</i> Miyake.....	21
V. Materiales y métodos	23
5.1. Ubicación del lugar.....	23
5.2. Descripción del diseño y área experimental.....	23
5.3. Manejo agronómico del cultivo.....	24
5.4. Tratamientos evaluados.....	15
5.5. Variables evaluadas.....	26
5.6. Análisis estadístico.....	27
5.7. Identificación de <i>C. oryzae</i> y <i>H. oryzae</i>	28
VI. Resultados y discusión	30
6.1. Severidad e incidencia de mancha foliar y manchado del grano.....	30
6.2. Rendimientos.....	36
VII. Conclusiones	38
VIII. Recomendaciones	39
IX. Bibliografía	40
X. Anexos	42

INDICE DE TABLAS

	Contenido	Páginas
Tabla 1.	Principales Zonas productoras de arroz en Nicaragua.....	15
Tabla 2.	Tipos de producción del cultivo de arroz en Nicaragua.....	16
Tabla 3.	Productos utilizados en el manejo del cultivo.....	25
Tabla 4.	Listado de tratamientos evaluados.....	26
Tabla 5.	Incidencia de manchado foliar.....	30
Tabla 6.	Análisis de varianza para la incidencia de mancha foliar.....	31
Tabla 7.	Porcentaje de severidad de mancha foliar.....	32
Tabla 8.	Incidencia de manchado del grano	33
Tabla 9.	Análisis de Varianza para la incidencia de manchado del grano...	34
Tabla 10.	Análisis de varianza para la severidad de manchado del grano.....	35
Tabla 11.	Pruebas de rangos múltiples de Duncan para la severidad manchado del grano	35
Tabla 12.	Rendimientos en kg/ha.....	36
Tabla 13.	Análisis de varianza para el rendimiento en kg/ha.....	37

INDICE DE FIGURAS

	Contenido	Página
Figura 1.	<i>Cercospora oryzae</i>	29
Figura 2.	<i>Helminthosporium oryzae</i>	29

RESUMEN

En Nicaragua la producción de arroz (*Oryza sativa* Linneo) esta concentrada en siembras bajo riego y seco. El arroz de seco representa el 65% del total cultivado en el país. A pesar de contar con condiciones climáticas favorables la producción de arroz no es suficiente para satisfacer la demanda de consumo interno, debido al deficiente manejo agronómico, poco uso de semillas certificadas, uso de variedades de bajo rendimiento y susceptibles a factores bióticos y abióticos. Debido a lo antes expuesto el INTA-Pacífico Norte en conjunto con el Departamento de Agroecología de la UNAN-León, evaluaron 9 líneas de arroz las cuales fueron L1-11, L-34, L1-47, L3-13, CT-9980-25-3-6-CA-1M, 23-1-07, L-61, L-9, L-39 y una variedad comercial INTA-dorado para identificar al menos una que presente, mayor rendimiento y resistencia a las enfermedades manchado del grano causadas por *Helminthosporium oryzae* Breda de Hann y mancha foliar causada por *Cercospora oryzae* Miyake. El ensayo se realizó en el municipio de Posoltega, departamento de Chinandega, en el Centro Experimental de Occidente y fue establecido en el período julio-diciembre del 2005. El diseño utilizado fue el de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones estableciendo seis hileras para cada uno de los tratamientos. El área total de la parcela experimental fue de 512 m², y el área útil de la misma es de 360 m². Los datos fueron analizados en el programa SPSS versión 11.5. Se realizó un análisis de varianza para determinar si existía diferencias significativas en relación a las variables rendimientos, incidencia y severidad de manchado del grano y mancha foliar. El ANDEVA realizado con un 95% de confianza indica que las variedades no presentaron diferencias significativas en relación a las variables rendimientos e incidencia de ambas enfermedades, solamente la variable severidad de la enfermedad manchado del grano presentó diferencias significativas. Las líneas L-61, L1-47, L-39, L1-11, L-34, L3-13 fueron las que presentaron menor severidad y por lo tanto mayor tolerancia a manchado del grano. De este estudio se puede concluir que las líneas presentaron alta homogeneidad en relación a su potencial productivo y de resistencia a enfermedades. Sin embargo se recomienda el uso de las líneas L1-11, L1-47, L-61 porque fueron las que exhibieron mayor tolerancia a manchado del grano y manchado foliar, la línea L-9 presentó la mayor severidad en el estudio con 13.25%, sin embargo, ninguno de los diez materiales evaluados alcanzó el 15% el cual representa el nivel de daño económico.

I. INTRODUCCION

El arroz (*Oryza sativa* L) es una gramínea que posee un alto contenido de carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales, fundamentales para la dieta de la población. El género *Oryza* sp comprende más de veinte especies distintas distribuidas en las zonas cálidas y húmedas de Africa, China, Centro y Suramérica. La especie *sativa* está formada por tres subespecies las cuales son: *Indica*, *Japónica* y *Javanica*. La especie *Indica* se caracteriza por ser de grano largo y estrecho, manteniéndose suelto después de la cocción, por lo cual tiene mayor demanda en América (CIAT, 2001).

El arroz ocupa el segundo lugar entre los cereales más sembrados en el mundo; en 1999 se establecieron más de 153,000 ha, lo que representa al 10% de las tierras cultivadas. En Nicaragua la producción esta concentrada en siembra bajo riego y secano (CIAT, 2001). El arroz de secano representa el 65% del total cultivado en el país, la producción se encuentra en manos de pequeños y medianos productores que están localizados en zonas con diferentes condiciones climáticas, recursos e infraestructura (Bow, 2001). A pesar de contar con condiciones climáticas favorables la producción de arroz no es suficiente para satisfacer la demanda de consumo interno, teniendo que importar más de un millón de quintales anualmente (Narváez, 2004).

En la zona Pacífico Norte bajo condiciones de secano, se siembran unas 3,528 ha, donde se obtienen rendimientos promedios de 3,220 kg/ha, lo que se considera como un bajo rendimiento, siendo las principales causas: deficiente manejo agronómico, poco uso de semillas certificadas, uso de variedades de bajo rendimiento y susceptibles a factores bióticos (enfermedades) y abióticos (factores climáticos) (Corrales, 2004).

Debido a lo antes expuesto el INTA-Pacífico Norte en conjunto con el Departamento de Agroecología de la UNAN-León, evaluaron 9 líneas y 1 variedad comercial de arroz para seleccionar aquellas que presenten, mayor rendimiento y resistencia a enfermedades como manchado del grano causada por *Helminthosporium oryzae* Breda de Haan y manchado foliar *Cercospora oryzae* Miyake.

II. OBJETIVOS

GENERAL:

- Identificar al menos una línea de arroz (*Oryza sativa* L.) que presente resistencia a las enfermedades mancha foliar, manchado del grano y mayor rendimiento.

ESPECIFICOS:

- Determinar la incidencia y severidad de las enfermedades, mancha foliar y manchado del grano en nueve líneas y una variedad comercial de arroz.
- Determinar el rendimiento de los materiales bajo estudio.

III. HIPOTESIS

- Ho: Ninguna de las nueve líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) evaluadas superará significativamente al testigo INTA Dorado en lo que a resistencia a enfermedades y rendimientos se refiere.
- Ha: La resistencia a enfermedades de al menos una de las nueve líneas de arroz (*Oryza sativa* L.) evaluadas superará significativamente al testigo INTA Dorado y presentará mayores rendimientos.

IV. MARCO TEORICO

4.1. Taxonomía y Morfología de la planta de arroz

4.1.1. Taxonomía

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Cyperales

Familia: Poaceae

Género: *Oryza*

Especie: *sativa*

Fuente: Stevens, 2001

4.1.2. Morfología

El arroz es una planta herbácea de ciclo anual, con tallos redondos y huecos compuestos por nudos y entrenudos, hojas de lámina plana unidas al tallo por la vaina y su inflorescencia es en panícula.

Raíz: La planta de arroz tiene un sistema de raíces ramificadas, fibrosas y finas. Durante su desarrollo presenta dos clases de raíces, las seminales o temporales y las secundarias, adventicias o permanentes.

Las raíces seminales, sobreviven corto tiempo después de la germinación siendo luego reemplazadas por las raíces adventicias o secundarias, las cuales brotan de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes.

Las raíces adventicias maduras son fibrosas, con raíces secundarias, pelos radicales y están sobre la superficie del suelo (Bird y Soto, 1991).

Tallo: Está formado por la alternación de nudos y entrenudos, los hijos primarios se desarrollan de los nudos más bajos, y a la vez producen hijos secundarios, y éstas últimas producen hijos terciarios. El conjunto de hijos y el tallo principal forman la planta. El número total de hijos es una característica varietal, que puede variar según el sistema de cultivo y el medio ambiente (CIAT, 2002).

Hojas: Se encuentran distribuidas en forma alterna a lo largo del tallo. En cada nudo se desarrolla una hoja. En una hoja completa se distinguen las siguientes partes: la vaina, el cuello y la lámina. La última hoja que produce la planta de arroz se conoce como “hoja bandera”, se diferencia por ser más corta y ancha que las demás (Bird y Soto, 1991).

Flores: Están agrupadas en una inflorescencia denominada panícula constituida por un eje central o raquis, de donde salen las espiguillas (unidad básica de la inflorescencia). Cada espiguilla produce una única flor, que al ser fecundada origina a un grano llamado cariósipide (Verissimo, 1999).

Tanto el peso como el número de espiguillas por panícula difieren según la variedad. La panícula se mantiene erecta durante la floración, pero luego se dobla debido al peso de los granos maduros (Parsons, 1993).

Semilla: Consiste en un ovario maduro, seco e indehisciente. Consta de la cáscara formada por la lemma y la palea con sus estructuras asociadas, lemmas estériles, la raquilla y la arista; el embrión, situado en el lado ventral de la semilla cerca a la lemma, y el endospermo, que provee alimento al embrión durante la germinación.

El grano de arroz descascarado es un cariósipide; se conoce con el nombre de arroz integral, y aun conserva el pericarpio de color marrón rojizo o púrpura. Este grano es rico en nutrientes como se describe en el Anexo 7 (INFOAGRO, 2002).

4.2. Importancia económica y distribución geográfica

El arroz es considerado como uno de los alimentos básicos para la mitad de la población mundial proporcionando más calorías que cualquier otro cereal.

En Nicaragua existen aproximadamente seis zonas productoras que combinan diferentes sistemas de producción y tecnologías.

Tabla 1. Principales zonas productoras de arroz en Nicaragua

Regiones	Departamento/municipio	Area sembrada (ha)
I	Nueva Segovia, Madriz, Estelí	1,876
II	Chinandega y León	6,812
III	Managua	513
IV	Granada, Masaya, Carazo, Rivas	10,469
V	Boaco, Chontales	5,914
VI	Matagalpa, Jinotega	13,392
RAAN	RAAN	16,619
RAAS	RAAS	10,127
Río san Juan	Río san Juan	21,615

En las regiones IV y VI son las que disponen de mejores infraestructura y sistemas de riego, permitiéndose así el sistema de producción por inundación; en el resto de las zonas el tipo de producción es de secano (MAGFOR, 2006).

4.3. Requerimientos edafológicos y climáticos del cultivo

4.3.1. Suelo

Los suelos en donde el cultivo del arroz se desarrolla en forma favorable son aquellos de topografía plana, de textura franco-arenosa a arcillosa y de una fertilidad de media a buena (Bird y Narváez, 2000).

4.3.2. Clima

Este cultivo se siembra desde los 70 msnm hasta 2500 msnm, con temperaturas que varían de 20 °C – 35 °C, cualquier alteración de éstas puede afectar el rendimiento de la planta ya sea en el macollamiento, formación de espigas o en la maduración (Bird y Narváez, 2000).

4.4. Manejo agronómico del cultivo

4.4.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo es igual que en todos los granos básicos, es decir se debe asegurar una buena cama que ofrezca a la semilla humedad, ausencia de malezas, insectos y enfermedades. El rango óptimo de pH. está entre 5.0 y 6.5, este cultivo tolera la salinidad y produce buenos rendimientos bajo estas condiciones (Bird y Narváez, 2000).

4.4.2. Tipos de siembra

Según estudios realizados por el MAG en 1995, en nuestro país el arroz es sembrado por productores de todos los niveles y los tipos de producciones son los que se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Tipos de producción del cultivo de arroz en Nicaragua

Tipos de producción	Descripción
Secano al espeque	Producido por pequeños productores, para autoconsumo y comercio vecinal, se realiza en zonas húmedas y semihúmedas.
Secano no especializado	Las actividades de producción la realiza la familia y utilizan semilla seleccionada por ellos mismos. Existiendo variaciones en el uso de maquinarias y agroquímicos.
Secano con uso de maquinaria	Utilizan agroquímicos, hacen uso de maquinaria para todas las actividades de producción, utilizan semilla mejorada.
Riego especializado	Es el tipo más productivo, mas mecanizado y hacen mas uso de agroquímicos.

La fecha de siembra para cada región se determina tomando en cuenta el inicio de la floración de las variedades. Es importante tener condiciones de buena precipitación y humedad en el suelo, desde ese momento hasta el llenado del grano. Es preferible que al momento de la cosecha no haya precipitaciones abundantes (Bird y Narváez, 2000).

4.4.3. Selección de Variedades

Una buena variedad debe presentar el mayor número de características agronómicas deseables para lograr una alta producción y satisfacer las preferencias de los productores, de las industrias y población consumidora (Bird y Narváez, 2000).

Las características que indican una buena variedad son: alto rendimiento de granos, tolerancia a las enfermedades más comunes (como: manchado del grano, mancha foliar, pudrición de la base de la panícula, bacteriosis y hoja blanca), precocidad, insensible al fotoperíodo, baja esterilidad de granos por panícula, calidad molinera (más del 70% de granos enteros en trillos comerciales), calidad culinaria y nutricional. Todas estas características están en correlación con vigor y habilidad de macollamiento (Bird y Narváez, 2000).

Las variedades recomendadas actualmente para Nicaragua son: Altamira-9, Altamira-11, Oryzica LL-4, INTA N-1, Tainchung Sen-10, INTA Dorado, Caribe-7, Malacatoya, Oryza llanos-4 (Bird y Narváez, 2000).

4.4.4. Fertilización

Los principales elementos nutritivos que el arroz necesita para su crecimiento son: nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, azufre. También de micro nutrientes que generalmente están limitados en el suelo (Parson, 1993).

Según Bird y Narváez (2000) la fertilización en el cultivo de arroz es de dos tipos: Fertilización básica: para satisfacer principalmente las necesidades de fósforo, y asegurar un buen desarrollo de la planta y un buen macollamiento. Fertilización posterior: para satisfacer las necesidades de nitrógeno fundamental en la producción de arroz.

4.5. Protección sanitaria del arroz

4.5.1. Malezas

El período crítico de la competencia de las malezas varía de 30 a 45 días después de la siembra. En los arrozales de Nicaragua se presenta un complejo de malezas formado por especies de hoja ancha, gramíneas, cyperáceas y malezas acuáticas que además de competir por agua, luz, nutrientes y espacio, sirven de albergue de insectos y microorganismos causantes de enfermedades. Para el control de las malezas se utilizan tres métodos de control: cultural, químico y mecánico (Bird y Narváez, 2000).

4.5.2. Insectos: Según Bird y Narváez, (2000), los principales insectos que afectan al arroz en Nicaragua se clasifican de acuerdo a sus hábitos alimenticios.

Insectos del suelo y de la raíz: Se presentan desde la siembra hasta el estado de plántula. El efecto de su ataque es la reducción de población de plantas al alimentarse de sus raíces o al cortar el tallo al ras del suelo, estos daños son ocasionados por: gallina ciega (*Phyllophaga* sp), barrenador menor del tallo (*Elasmopalpus lignosellus*), entre otros insectos.

Barrenadores: Estos insectos causan pérdidas de producción, al hacer agujeros en el tallo y galería en las plantas, las principales especies son: novia del arroz (*Rupella albinella*), barrenador menor del tallo (*Elasmopalpus lignosellus*).

Insectos del follaje: Succionan savia, hacen minas y galerías en las hojas. Se presentan en estado de plántulas hasta las últimas etapas del cultivo. A este grupo pertenecen: sogata (*Sogatodes oryzicola*), mosca (*Hydrelia griceola*) entre otros.

Insectos de la panícula: Mejor conocidos como chinches, dañan el pedúnculo de la panícula y chupan los jugos de los granos en estado lechoso.

Estas plagas normalmente se presentan de 1-15 días antes y durante el espigamiento, y en periodos de formación del grano. Ejemplos: chinche verde (*Nezara viridula*) y chinche hediondo (*Alkindus atratus*).

4.5.3. Enfermedades

En Nicaragua se han identificado un grupo de enfermedades que afectan al arroz, desde la semilla hasta los granos en etapa de maduración. Atendiendo al tipo de patógeno que origina la enfermedad estas se clasifican en tres grandes grupos: hongos, bacterias y virus.

En la actualidad la amenaza que se cierne sobre la producción arrocera nacional la constituyen las enfermedades como: manchas foliares, manchado del cuello de la panícula, manchado del grano, pudrición de la vaina causado por un complejo de organismos patógenos. Entre estos organismos podemos mencionar a *Pyricularia oryzae*, *Helminthosporium oryzae* y *Cercospora oryzae*.

4.6. *Helminthosporium oryzae* Breda de Haan

4.6.1. Clasificación taxonómica del organismo

Clase: Deuteromycetes

Orden: Moniliales

Familia: Dematiaceae

Genero: *Helminthosporium*

Especie: *oryzae*

Fuente: Castaño y Mendoza, 1994

Según Rodríguez et al, (1998), *Helminthosporium oryzae* ha sido reportado por varios autores como agente causal del manchado del grano en arroz. Existe una gran diversidad de hongos que también han sido encontrados atacando granos de arroz entre los que podemos mencionar: *Sarocladium*, *Alternaria*, *Bipolaris*, *Epicocum phoma*, *Rhizoctonia*, *Pyricularia*, *Fusarium*.

El manchado del grano constituye un factor limitante en el cultivo de arroz debido a la reducción que ocasiona tanto en el rendimiento como en la calidad del grano. Es importante hacer notar que en muchas áreas arroceras se han incrementado en los últimos años.

4.6.2. Síntomas y Daños

Según Angladette, (1969) citado por Landaverde, (2003), el manchado del grano puede afectar a la semilla de arroz tanto en su constitución como en su aspecto, antes o después de la cosecha, esta puede aparecer externamente en las glumas o internamente en los granos, o en ambas. En los granos al momento de su formación son atacados presentando manchas redondas que se hacen ovales, pudiendo alargarse y toman un color café oscuro. Los granos casi se recubren totalmente por una capa negra aterciopelada de micelio.

El patógeno puede causar más del 50% de mortalidad en plantas, especialmente cuando se usa semilla contaminada. Los síntomas más notorios, son la aparición de lesiones en forma de semilla de ajonjolí, aproximadamente de 3 mm de diámetro en las vainas, láminas de las hojas y en las panículas. Estas lesiones están distribuidas en forma regular en toda la lámina foliar son de color marrón y tiene el centro de color gris blanquecino, las lesiones que son jóvenes son circulares y parecen puntos marrones o rojizos. En variedades susceptibles las lesiones pueden alcanzar más de 1 cm de longitud (Castaño y Mendoza, 1994).

4.6.3. Descripción del Patógeno

El hongo produce conidióforos de 150-600 micras de longitud y de 4-8 micras de diámetro, que son más oscuros en su base que en el ápice. Las conidias que miden 35-170 micra de ancho, pueden tener hasta 13 septas, son ligeramente curvado y mas ancho la sección media que en los extremos (Castaño y Mendoza, 1994).

4.6.4 Epidemiología

La temperatura óptima para el desarrollo del patógeno oscila entre 25° C y 30° C. La humedad relativa mínima necesaria para la germinación de las conidias es de 89%, la presencia de película de agua libre en las hojas, favorece la infección. Las condiciones de

sequías predisponen a la planta al ataque del patógeno (Castaño y Mendoza, 1994). El exceso de agua, es causa también de graves daños (Angladette, 1969, citado por Landaverde, 2003).

4.7. *Cercospora oryzae* Miyake

4.7.1. Clasificación taxonómica del organismo

Clase: Deuteromycetes

Orden: Moniliales

Familia: Dematiaceae

Genero: *Cercospora*

Especie: *oryzae*

Fuente: Castaño y Mendoza, 1994

Según Hollier (1992), la mancha por *Cercospora* fue descrita por primera vez en Japón en el año 1906, la enfermedad ha sido reportada en las zonas arroceras más importantes del mundo en los trópicos y subtropicos de Asia, Africa, Australia y el Continente Americano. Algunos reportes indican perdidas hasta el 40% en el cultivo de arroz.

4.7.2. Síntomas y Daños

El patógeno penetra a través de los estomas de las hojas y se establece en el tejido del parénquima, inmediatamente debajo de los estomas. El micelio es mayormente intracelular. Los síntomas se expresan principalmente en las hojas, aunque en ocasiones también pueden observarse en las vainas de las hojas, en el pedicelo y las glumas (Castaño y Mendoza, 1994; Hollier, 1992).

Alrededor de treinta días después de ocurrir la infección se observan unas lesiones alargadas de color marrón de 2 a 10 mm de largo y 1 mm de ancho. El patógeno produce un gran número de lesiones, principalmente durante las últimas etapas del cultivo (Castaño y Mendoza, 1994).

En condiciones ambientales favorables se puede observar una serie de puntos oscuros formados por los conidióforos, en cuyos ápices se forman las conidias (Castaño y Mendoza, 1994).

4.7.3. Descripción del patógeno

Este hongo produce conidióforos solitarios o en grupos de 2 a 3 que emergen por los estomas. Los conidióforos son más oscuros en la base que en el ápice y generalmente presentan 3 o más septas, miden 88-140 micras y producen conidias cilíndricas a clavadas con 3-10 septas, las cuales son hialinas o ligeramente aceitunada y miden 20-60 micras de longitud y 5 micras de ancho. El hongo, en cultivo artificial, puede producir varias conidias secundarias en un mismo conidióforo, mientras que en hospedantes naturales produce generalmente una conidia a la vez (Castaño y Mendoza, 1994).

4.7.4. Epidemiología

Esta enfermedad es muy difundida, puede causar numerosas lesiones y marchitamiento de las hojas en las plantas con mayor grado de madurez de las variedades altamente susceptible, lo cual resulta en la disminución del rendimiento. El hongo penetra en la planta a través de los estomas y se desarrolla principalmente en forma intracelular. La temperatura óptima para el desarrollo del patógeno es de 28 °C -30 °C y una alta humedad relativa. El hongo sobrevive en restos del cultivo y en algunas gramíneas como *Panicum repens*. El hongo crece muy lentamente en la planta y los síntomas se manifiestan alrededor de 30 días después de iniciadas la infección (Castaño y Mendoza, 1994).

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Ubicación del lugar

El ensayo se llevó a cabo, en el Centro Experimental de Occidente (CEO), ubicado en el municipio de Posoltega, departamento de Chinandega, durante el período julio-diciembre 2005. Esta zona presenta una elevación de 70 msnm, topografía plana y suelo franco arenoso profundos, la humedad relativa promedio es de 75%, con temperatura promedio de 30 °C, precipitación promedio anual oscila entre 1200-1800 mm, con una velocidad promedio del viento de 20 km/h (INETER, 2001).

5.2. Descripción del diseño y área experimental

El diseño que se utilizó en el estudio es el de Bloques Completos al Azar (BCA). El ensayo en condiciones de secano constó con las siguientes dimensiones: El área total de la parcela experimental fue de 512 m², y el área útil de la misma de 360 m².

La parcela experimental fue dividida en cuatro bloques los cuales contenían los 10 tratamientos bajo estudio. Cada bloque era de 90 m², teniendo una dimensión de 18 metros de largo y 5 metros de ancho, se dejó sin sembrar un metro entre bloques y un metro a cada lado del borde de la terraza.

Cada tratamiento consistió de seis hileras y fue repetido cuatro veces. La distancia entre hilera fue de 30 cm, la siembra se realizó a chorrillo, colocando la cantidad equivalente a 95.45 kg/ha.

El área total de cada tratamiento fue de 9 m² y el área útil del mismo fue de 6 m², con un promedio de 310 plantas (equivalente a los cuatro surcos centrales de cada tratamiento).

La distribución de los tratamientos en el área de estudio se hizo de forma azarizada, en tres bloques de modo que todas las unidades consideradas tuvieran igual probabilidad de recibir cualquier tratamiento.

Para la identificación de las parcelas en el campo se utilizaron tres dígitos, el primer número corresponde al bloque en que se encuentra la parcela (1, 2, 3, 4 números de bloques), el segundo dígito corresponde al número del tratamiento, ejemplo: 102 corresponde al primer bloque y al tratamiento número 2, contando de izquierda a derecha.

5.3. Manejo Agronómico del cultivo

Preparación del suelo

La preparación del suelo se llevó a cabo mecanizadamente realizándose un pase de arado y posteriormente un pase de gradas.

Siembra

La siembra se realizó el 8 de Julio del año 2005, después de haber rayado los surcos, se procedió a la siembra de las semillas de forma manual a chorrillo, colocando la cantidad equivalente a 95.45 kg/ha.

Manejo de insectos plagas, malezas y fertilización

El manejo de insectos plagas, malezas y fertilización fue realizado de manera convencional. Los productos utilizados en cada una de estas prácticas se describen en la Tabla 3.

Tabla 3. Productos utilizados en la fertilización, manejo de plagas y malezas

Actividad	Producto utilizado	Dosis/ha	Momento de aplicación
Fertilización	Completo 18-46-0	4.27 qq	Siembra
	Urea 46%	4.27 qq	A los 20, 40 y 60 días después de siembra
	Round up (Glifosato)	2.85 l	20 días antes de la preparación de suelo
Control de malezas	Prowl 500	2.85 l	Preemergencia
	Clincher (Cinalofop)	1.42 l	20 días después de siembra
Control de plagas	Confidor (Imidacloprid)	1.42 l	90 días después de siembra

Nota: Además del control químico en malezas se realizó una limpia manual.

Cosecha

La cosecha del ensayo se realizó en los cuatro surcos centrales de cada tratamiento de manera manual, registrando el peso y la humedad de campo por separado de cada repetición en los diferentes bloques. Los rendimientos en este estudio se expresan al 14% de humedad siendo este el óptimo para el almacenaje de semillas.

5.4. Tratamientos evaluados

Los tratamientos evaluados fueron nueve líneas y una variedad comercial (testigo), las cuales son detalladas en la Tabla 4.

Tabla 4. Listado de tratamientos evaluados

Tratamientos	Material Genético
	Líneas
01	L1-11
02	L-34
03	L1-47
04	L3-13
05	CT-9980-25-3-6-CA-1M
06	23-1-07
07	L-61
08	L-9
09	L-39
10	INTA-dorado (Testigo)

La toma de datos se efectuó una vez por semana, muestreando el área útil, (los cuatro surcos centrales de cada tratamiento). Las variables medidas en este estudio se especifican a continuación.

5.5. Variables Evaluadas

Incidencia de mancha foliar: El muestreo se realizó en el estado fenológico 07 (ver Anexo 1). Se azarizó el área útil de cada tratamiento (cuatro surcos centrales equivalentes a 20 metros lineales), para elegir cuatro metros, los cuales equivalen a aproximadamente 60 plantas, en los que se contabilizó el número de plantas sanas y enfermas.

Severidad de macha foliar: El muestreo se realizó en el estado fenológico 08 (ver Anexo 1). La metodología de muestreo fue igual a la usada para determinar la incidencia de macha foliar. La estimación se realizó de manera visual clasificando las plantas de acuerdo a la escala propuesta por el CIAT (ver Anexo 2).

Incidencia de manchado del grano: El muestreo se realizó en el estado fenológico 07 (ver Anexo 1). Para medir esta variable se continuó con la metodología antes descrita muestreando todas las plantas presentes en cada uno de los cuatro metros azarizados a las cuales se contabilizó el número de panículas sanas y enfermas.

Severidad de manchado del grano: El muestreo se realizó en la post-cosecha, en donde la cantidad cosechada por cada tratamiento en cada bloque fue debidamente homogenizada para seleccionar 100 granos al azar de cada uno de ellos y así obtener el porcentaje de granos manchados.

Peso de granos en granza al 14% de humedad: Para medir esta variable se utilizó un medidor de humedad, con el cual se midió la Humedad de Campo (Hc). Cada una de las líneas fueron pesadas en kilogramos registrando el grado de humedad al momento de la cosecha en cada uno de los tratamientos.

Para determinar el peso al 14% se utilizó la siguiente fórmula recomendada por el CIAT, 2001, para estandarizar la humedad.

$$\text{Rendimiento al 14\%} = P_c \times (100 - H_c/86)$$

Pc: Peso de campo

Hc: Humedad de campo

5.6. Análisis Estadístico

Para el análisis de los resultados obtenidos en el estudio se utilizó el programa SPSS Versión 11.5 apoyado por el programa Excel. Primero se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con un intervalo de confianza al 95%, para determinar si existen diferencias significativas entre los materiales que se sometieron al estudio, en el caso en que se encontró diferencias se procedió a realizar la prueba rangos múltiples de Duncan para determinar cual de las líneas evaluadas es la mejor con respecto a los objetivos del estudio.

5.7. Identificación de *Cercospora oryzae* y *Helminthosporium oryzae*

Con el propósito de confirmar la identidad de los hongos fitopatógenos presentes en el estudio, se tomaron muestras de hojas y granos presentando síntomas de enfermedad durante los estados 7, 8 y 9 del cultivo. Posteriormente se procedió a identificar los agentes causales de las enfermedades en el Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Agroecología de la UNAN-León. El procedimiento de identificación se llevó a cabo de la siguiente manera, se colocaron semillas y hojas en cámara húmeda por un período de 48 horas. Luego se extrajeron algunas estructuras del hongo las cuales se colocaron en un portaobjeto, se le adicionó agua y luego se cubrió con un cubreobjeto para ser observadas a través del microscopio. Las características morfológicas de las conidias de ambos hongos fitopatógenos fueron identificadas siguiendo las claves dicotómicas propuestas por Barnett y Hunter (1998).

5.7.1. Ilustración de conidias y conidioforos de *C. oryzae* y *H. oryzae*, utilizadas en la identificación de los patógenos. Fuente: Barnet y Hunter (1998)

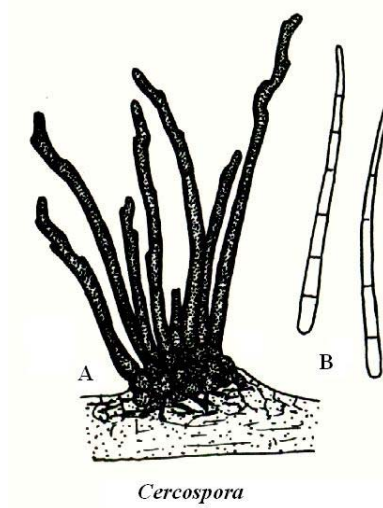


Figura 1. *Cercospora oryzae* A. Conidioforos; B. Conidias

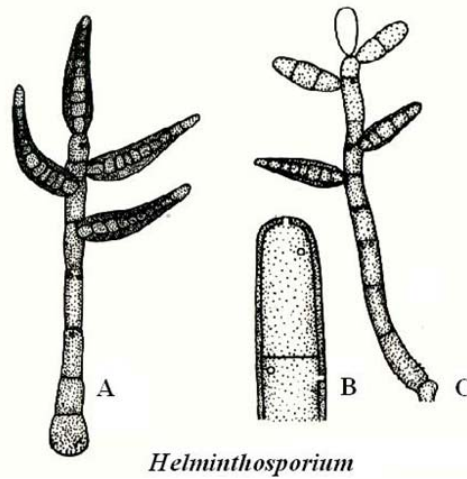


Figura 2. *Helminthosporium oryzae* A y C. Conidioforos; B. Apice de conidioforos

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. Incidencia y severidad de mancha foliar causada por *Cercospora oryzae* y manchado del grano causado por *Helminthosporium oryzae*

6.1.1. Incidencia de mancha foliar

Según Hollier (1992), los síntomas causados por mancha foliar por *Cercospora*, ocurren usualmente durante las últimas etapas fenológicas del cultivo, caracterizándose sus síntomas por manchas elípticas de color rojo sarro. Estos resultados coinciden con los obtenidos en nuestro estudio donde los síntomas de la enfermedad presentaron la misma forma descrita por este autor y la época de aparición de la enfermedad fue hasta en la época de producción. Durante las primeras etapas fenológicas del cultivo no hubo evidencia de presencia de esta enfermedad.

La enfermedad manchado foliar estuvo presente en todos los materiales evaluados en el estudio, a como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Incidencia de manchado foliar

Tratamientos	Manchado foliar incidencia (%)
L1-11	90.57
L-34	77.32
L-47	52.04
L3-13	84.96
CT-9980-25-3-6-CA-1M	54.25
23-1-07	79.17
L-61	72.77
L-9	66.45
L-39	59.02
INTA-Dorado	89.13

La incidencia de mancha foliar osciló entre 52.04 - 90.57%, para determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos se realizó un análisis de varianza utilizando un intervalo de confianza del 95%. Este análisis se describe en la Tabla 6 que se presenta a continuación.

Tabla 6. Análisis de Varianza para la incidencia de manchado foliar

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	218.933	25	8.757	1.104	.436
Intra-grupos	111.067	14	7.933		
Total	330.000	39			

En el análisis de varianza realizado, el nivel de significancia obtenido fue igual a 0.436 lo que nos indica que no existen diferencias significativas entre los materiales evaluados en lo que a incidencia de la enfermedad se refiere, debido a que la significancia (0.436) es mayor que el error experimental que se considera (0.05). Este resultado se debe a que todos los materiales estudiados poseen cierta susceptibilidad genética al patógeno lo que provocó que estuviera presente en el 100 % de materiales. Otro factor que influyó fue el exceso de precipitaciones que se presentaron en el área de estudio, las cuales brindaron condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad tales como altas temperaturas y alta humedad relativas (Castaño y Mendoza, 1994), las cuales superaron los promedios obtenidos en años anteriores (ver Anexo 5).

6.1.2. Severidad de manchado foliar

El análisis descriptivo realizado de manera visual en la etapa de crecimiento 08, (ver Anexo 1) para evaluar la severidad de manchado foliar, utilizando la escala propuesta por el CIAT (ver Anexo 2) nos muestran los siguientes resultados.

Tabla 7. Porcentaje de severidad de manchado foliar de nueve líneas y una variedad de arroz

Tratamiento	Categorías					Total de plantas evaluadas
	0%	1-25%	26-50%	51-75%	76-100%	
L1-11	-	60	-	-	-	60
L-34	-	45	15	-	-	60
L1-47	-	64	-	-	-	64
L3-13	-	28	28	-	-	56
CT-9980-25-3-6-CA-1M	-	68	-	-	-	68
23-1-07	-	60	-	-	-	60
L-61	-	68	-	-	-	68
L-9	-	51	17	-	-	68
L-39	-	42	14	-	-	56
INTA-dorado	-	45	15	-	-	60

Las líneas L1-11, L1-47, CT-9980-25-3-6-CA-1M, 23-1-07, L-61 presentaron un nivel de afectación bajo y fueron clasificadas en la categoría 1-25% de severidad de acuerdo a la escala utilizada (ver Anexo 2), esto equivale a decir que las líneas son medianamente tolerantes. En estas líneas, el 100 % de plantas muestreadas presentaron una tolerancia a la enfermedad superior a las otras líneas bajo estudio, la cuales fueron afectadas por la enfermedad de manera más severa.

En el caso de las líneas L-34, L-9, L-39 y la variedad INTA-Dorado, la severidad de la enfermedad fue mayor que en las líneas antes descritas. En este segundo grupo la mayor parte de las plantas (75 %) presentaron severidad de 1-25 % lo que significa que fueron medianamente tolerantes a la enfermedad, sin embargo una parte considerable de plantas (25%) presentaron niveles de severidad de 26-50 % categoría que corresponde a plantas susceptibles, debido a este comportamiento se ubicaron en un segundo grupo.

La línea L3-13 se comportó de manera distinta a las líneas descritas en los dos grupos antes mencionados. Esta línea presentó un 50% de sus plantas en la categoría 1-25% de severidad y el otro 50% en la categoría 26-50% de severidad, es decir la mitad de las plantas fueron clasificadas como medianamente tolerantes y la otra mitad fueron susceptibles. En este grupo se encontraron las plantas más susceptibles a la enfermedad y con mayor daño foliar.

6.1.3. Incidencia de manchado del grano

Helminthosporium oryzae ha sido reportado por varios autores (Rodríguez, H. *et al*, 1988) como agente causal de el manchado del grano del arroz. Estos reportes coinciden con los resultados de nuestro estudio donde se encontró que *H. oryzae* fue el agente causal del manchado del grano.

Según Angladette, (1969) citado por Landaverde, (2003), el manchado del grano puede afectar a la semilla de arroz tanto en su constitución como en su aspecto, antes o después de la cosecha, esta puede aparecer externamente en las glumas o internamente en los granos, o en ambas. En nuestro estudio la enfermedad del manchado del grano estuvo presente al momento de la formación de los granos con síntomas como manchas redondas, ovales, alargadas de color café oscuro. Estos síntomas observados son similares a los descritos por los autores antes mencionados.

La enfermedad de manchado de granos estuvo presente en todos los materiales evaluados a como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Incidencia de manchado del grano

Tratamientos	Manchado del grano incidencia (%)
L1-11	96.88
L-34	95.00
L-47	81.39
L3-13	89.02
CT-9980-25-3-6-CA-1M	80.00
23-1-07	100.00
L-61	94.23
L-9	97.92
L-39	95.83
INTA-Dorado	92.86

La incidencia en este estudio fue muy alta oscilando entre 80-100% , esto se puede atribuir a que la etapa de producción del cultivo coincidió con la presencia de ondas tropicales en la región donde se realizó el estudio, estas ondas tropicales propiciaron condiciones

ambientales que favorecieron el desarrollo de las enfermedades de origen fungoso, ya que incrementaron la humedad relativa.

Se realizó el análisis de varianza, con un intervalo de confianza de 95% para determinar si existen diferencias significativas en los materiales, los resultados se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 9. Análisis de Varianza para la incidencia de manchado del grano

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
INCPANIC	Inter-grupos	1722.312	9	191.368	.721	.686
TRATAMIE	Intra-grupos	7963.520	30	265.451		
	Total	9685.833	39			

De acuerdo al ANDEVA ninguno de los tratamientos evaluados presentaron diferencias significativas con respecto a la incidencia de la enfermedad, debido a que el nivel de significancia obtenido en dicho análisis es de 0.686, siendo este mayor que el error experimental considerado (0.05).

El análisis estadístico indica que todas las líneas fueron afectadas de manera similar por esta enfermedad. No se encontró ninguna línea que superara de manera significativa al resto de las líneas.

6.1.4. Severidad de manchado del grano

En relación a la severidad de manchado del grano el análisis de varianza ANDEVA, con intervalo de confianza de 95% indicó que existen diferencias significativas entre los tratamientos debido a que el nivel de significancia resultó ser menor, que el error experimental (0.05) con un valor de 0.021 como se puede observar en la Tabla 10.

Tabla 10. Análisis de Varianza para la severidad de manchado del grano

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	183.025	9	20.336	2.655	.021
Intra-grupos	229.750	30	7.658		
Total	412.775	39			

Debido a que existían diferencias significativas se realizó un análisis de separación de medias de rangos múltiples de Duncan para determinar si había alguna afinidad entre los tratamientos evaluados. Los resultados se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Prueba de rangos múltiples de Duncan para la severidad de manchado de grano

TRATAM	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
7.00	4	6.0000	a
3.00	4	6.5000	a
9.00	4	6.7500	a
1.00	4	7.0000	a
2.00	4	7.2500	a
4.00	4	7.2500	a
6.00	4	9.5000	b
5.00	4	9.7500	b
10.00	4	10.0000	b
8.00	4	13.2500	c
Sig.		.089	.089

La prueba de rangos múltiples de Duncan indica que el conjunto de tratamientos comparados pueden separarse en tres categorías estadísticamente diferentes con respecto al comportamiento de severidad de manchado de grano.

La primer categoría comprende los tratamientos L-61, L1-47, L-39, L1-11, L-34, L3-13, siendo estos iguales entre si, pero estadísticamente diferentes al resto de los tratamientos, obteniendo rangos de severidad de manchado de grano entre 6% y 7.25% considerándose éstos como los más bajos encontrado en el estudio.

La segunda categoría esta comprendida por tratamientos 23-1-0-7, CT-9980-25-3-6-CA-1M, INTA-Dorado siendo estos similares entre si, pero significativamente diferente a la primer y tercer categoría, con porcentaje de severidad que oscilan entre 9.5% a 10%.

En la tercer categoría se encuentra el tratamiento L-9, presentando un porcentaje de severidad de manchado de grano de 13.25%, siendo este el mayor porcentaje registrado en el estudio, sin embargo este último dato presenta un porcentaje inferior al nivel de daño económico del 15%, a partir del cual se considera que los daños provocados inician a causar pérdidas económicas (CIAT, 2001).

6.2. Rendimientos

Según Blandón y Arvizú (1991), citado por Cardoza y González, (2004), un buen cultivar debe tener un alto potencial de rendimiento, la capacidad de una línea para producir es un criterio muy importante de selección, en el cual los materiales evaluados deben rendir por encima de los testigos comerciales o en su defecto igual al rendimiento de la variedad testigo.

Tabla 12. Rendimientos en kg/ha

Tratamientos	Peso en kg/ha
L1-11	5,654.17
L-34	4,865.50
L1-47	5,195.84
L3-13	5,270.83
CT-9980-25-3-6-CA-1M	4,883.34
23-1-07	5,179.17
L-61	5,116.67
L-9	4,870.84
L-39	4,175.00
INTA-Dorado	5,412.50

La tendencia indica que el material L1-11 con un rendimiento promedio de 5,654.17 kg/ha superó numéricamente al testigo comercial INTA-Dorado (5,412.50 kg/ha). De igual manera las líneas L3-13 y L1-47 se aproximan en rendimientos al testigo con promedios de 5,270.83 y 5,195.84 kg/ha respectivamente. El resto de las líneas estudiadas presentaron rendimientos numéricos inferiores a las líneas antes mencionadas. Finalmente la línea L-39 tuvo un rendimiento promedio de 4,175.00 kg/ha, el cual fue mas bajo en comparación con las demás líneas.

Se realizó el análisis de varianza, con un intervalo de confianza de 95% para determinar si existen diferencias significativas en los materiales, los resultados se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 13. Análisis de varianza rendimiento en kg/ha

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	5787161.783	9	643017.976	1.191	.336
Intra-grupos	16196205.445	30	539873.515		
Total	21983367.228	39			

Los resultados del análisis estadístico indican que los rendimientos obtenidos en los tratamientos no difieren significativamente entre las líneas estudiadas y el testigo comercial INTA- Dorado. La homogeneidad obtenida en los resultados de rendimientos de estas líneas se atribuye al hecho de que todas estas líneas representan fenotipos que por varios años han sido estudiados. Esto implica que las líneas de menores rendimientos han sido descartadas, lo que nos permitió obtener únicamente un grupo homogéneo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio no se encontró ninguna línea que superara significativamente al testigo INTA Dorado en cuanto a resistencia a enfermedades y rendimientos por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa planteada en la investigación.

VII. CONCLUSIONES

- Las enfermedades manchado foliar causada por *C. oryzae* y manchado del grano causado por *H. oryzae* estuvieron presentes en cada uno de los tratamientos estudiados con una incidencia promedio de 73 y 92% respectivamente. Sin embargo, la incidencia de estas enfermedades no presentaron diferencias significativas en ninguno de los tratamientos evaluados.
- En relación a la severidad del manchado foliar las líneas L1-11, L1-47, CT-9980-25-3-6-CA-1M, 23-1-07, L-61 fueron clasificadas como medianamente tolerantes presentando el nivel de afectación mas bajo en el estudio, siendo ubicadas en la categoría 1-25% de severidad de acuerdo a la escala utilizada.
- En la severidad de manchado del grano se encontró diferencias significativas entre los tratamientos, siendo las líneas L-61, L1-47, L-39, L1-11, L-34, L3-13, las que obtuvieron el menor porcentaje de afectación oscilando entre 6 y 7.25% de severidad. La línea L-9 presentó la mayor severidad en el estudio con 13.25%, sin embargo, ninguno de los diez materiales evaluados alcanzó el 15% el cual representa el nivel de daño económico.
- Los rendimientos obtenidos no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, pero cabe destacar que la línea L1-11 con un rendimiento promedio de 5,654.17 kg/ha superó numéricamente al testigo comercial INTA-Dorado (5,412.50 kg/ha).

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de las líneas L1-11, L1-47, L-61 ya que estas presentaron un menor porcentaje de afectación con respecto a severidad de las enfermedades manchado foliar (*Cercospora oryzae*) y manchado de granos (*Helminthosporium oryzae*).
- Realizar la prueba de trillado para determinar la calidad del grano de cada una de las líneas seleccionadas.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Barnett H. y Hunter B. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. Fourth edition. The American Phytopathological Society St. Paul, Minnesota. p 6-57.

Bird W. y Soto S. 1991. El arroz. Guía técnica, Ministerio de agricultura y ganadería. Centro Nacional de Investigación en granos básicos (CNIGB). Managua.

Bird W. y Narváez L. 2000. Guía tecnológica N° 2. Cultivo del Arroz. INTA, Managua.

Bow J. 2001. Menos área de siembra en el ciclo agrícola 2001-2002. MAG-FOR./Juan Carlos Bow.- LA PRENSA, Edición No 22358, (Mayo, 4) p 9A.

Castaño J. y Mendoza L. 1994. Guía Para el Diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica. Tercera Edición. Zamorano Academic Press, 302p.

Cardoza I. y Gonzáles E. 2004. Evaluación y prueba avanzada de rendimiento de catorce líneas promisorias y dos variedades comerciales de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo condiciones de riego en el valle de Sébaco, Matagalpa. Tesis de Ing. Agr. FAGRO-DPAF. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 48 p.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 2001. Foro Arroceros Latinoamericano del FLAR. Volumen 7, No 2. Noviembre. 30 p.

CIAT. 2002. Morfología de la planta de arroz.
http://www.ciat.cgiar.org/riceweb/pdfs/morfologia_planta_arroz [Consulta: 20-07-05].

Corrales J. 2004. Proyecto participativo de investigación y desarrollo. Líneas precoces de arroz. Pacífico-Norte, Chinandega, Nicaragua. INTA, 50 p.

Hollier, C. 1992. Narrow brown leaf spot. Pp18 in: R. K. Webster, ed. Compendium of Rice Diseases. 2nd, edition. St. Paul, MN: American Phytopathological Association Press.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). 2001. Dirección de Meteorología. Managua Nicaragua. 10 p.

INETER. 2006. Precipitaciones Promedio Anual del departamento de Chinandega.
<http://www.ineter.gob.ni/Direcciones/meteorologia/Boletines/Boletin%20Climatico/Boletin%20Climatico> [Consulta: 10-04-06].

- INFOAGRO. 2002. Valor nutricional del Arroz. <http://www.infoagro/arroz.htm#9.%20VALOR%20NUTRICIONAL> [Consulta: 16-03-06].
- Landaverde C. 2003. Estudio de (*Helminthosporium oryza* L) en áreas foliares y de panoja en arroz (*Oryza sativa* L) y su efecto en el rendimiento en el valle de Sebaco. Tesis de Ing. Agr. FAGRO-DPAF. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 46 p.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. Revista de agricultura y desarrollo. El cultivo de Arroz en Río San Juan, Número 14. 1995.
- Ministerio Agropecuario y Forestal. 2006. Arroz resultados de cosecha ciclo agrícola 2005 - 2006. Dirección de Estadística MAG-FOR.
- Narváez L. 2004. Informe Técnico Anual de Arroz. Managua Nicaragua. INTA. 6 p.
- Parson D. 1993. Manuales para educación agropecuaria. Arroz. Editorial Trillas México. 62 p.
- Rodríguez H., Nass H. y Alemán L. 1988. Incidencia y control del manchado del grano de arroz. Fitopatología Venezolana. 1:5-7.
- SCIELO. 2003. Síntomas visuales de manchado de granos causados por *Helminthosporium oryzae*. <http://www.scielo.org.ar> [Consulta: 2-04-06].
- Stevens W. 2001. Flora de Nicaragua. Tomo III, Missouri Botanical Garden Press.
- Vergara B. 1990. Guía del agricultor para el cultivo de arroz. Editorial Limusa México D. F. Pág. 4
- Verissimo L. 1999. Enciclopedia práctica de la agricultura y ganadería. Cultivos herbáceos extensivos. Cereales. Barcelona España Océano Centrum p. 289-308.

ANEXOS

Anexo 1. Fases y estados fenológicos del cultivo de arroz

Fases	Estados	Calificación
Vegetativa (50-75 días)	Germinación a emergencia	0
	Plántula	1
	Macollamiento	2
	Elongación del tallo	3
Reproductiva (20-40 días)	Iniciación de la panícula	4
	Desarrollo de la panícula	5
	Floración	6
Maduración (30-70 días)	Etapa lechosa	7
	Etapa pastosa	8
	Etapa de maduración	9

Fuente: Vergara B. 1990

Anexo 2. Escala utilizada para medir severidad de manchado foliar

Clasificación	Categorías
Tolerante	0% de área foliar afectada
Medianamente tolerante	1-25% de área foliar afectada
Susceptible	26-50% de área foliar afectada
Altamente susceptible	51-75% de área foliar afectada
Totalmente susceptible	76-100% de área foliar afectada

Fuente: CIAT, 2001

Anexo 3. Fotografías mostrando diversos porcentajes de severidad de mancha foliar causada por *Cercospora oryzae*, de acuerdo a la escala propuesta por el CIAT, 2001



Hoja con 0% de daño foliar



Hoja con 1-25% de área foliar afectada



Hoja con 26-50% de área foliar afectada



Hoja con 76-100% de área foliar afectada

Anexo 4. Síntomas visuales de manchado de granos causados por *Helminthosporium oryzae*



- a. Manchas circulares y pequeñas semejantes a puntuaciones o picaduras de insectos
- b. Manchas grandes, oblongas con el centro grisáceo
- c. Manchas que cubren casi la totalidad del pericarpio

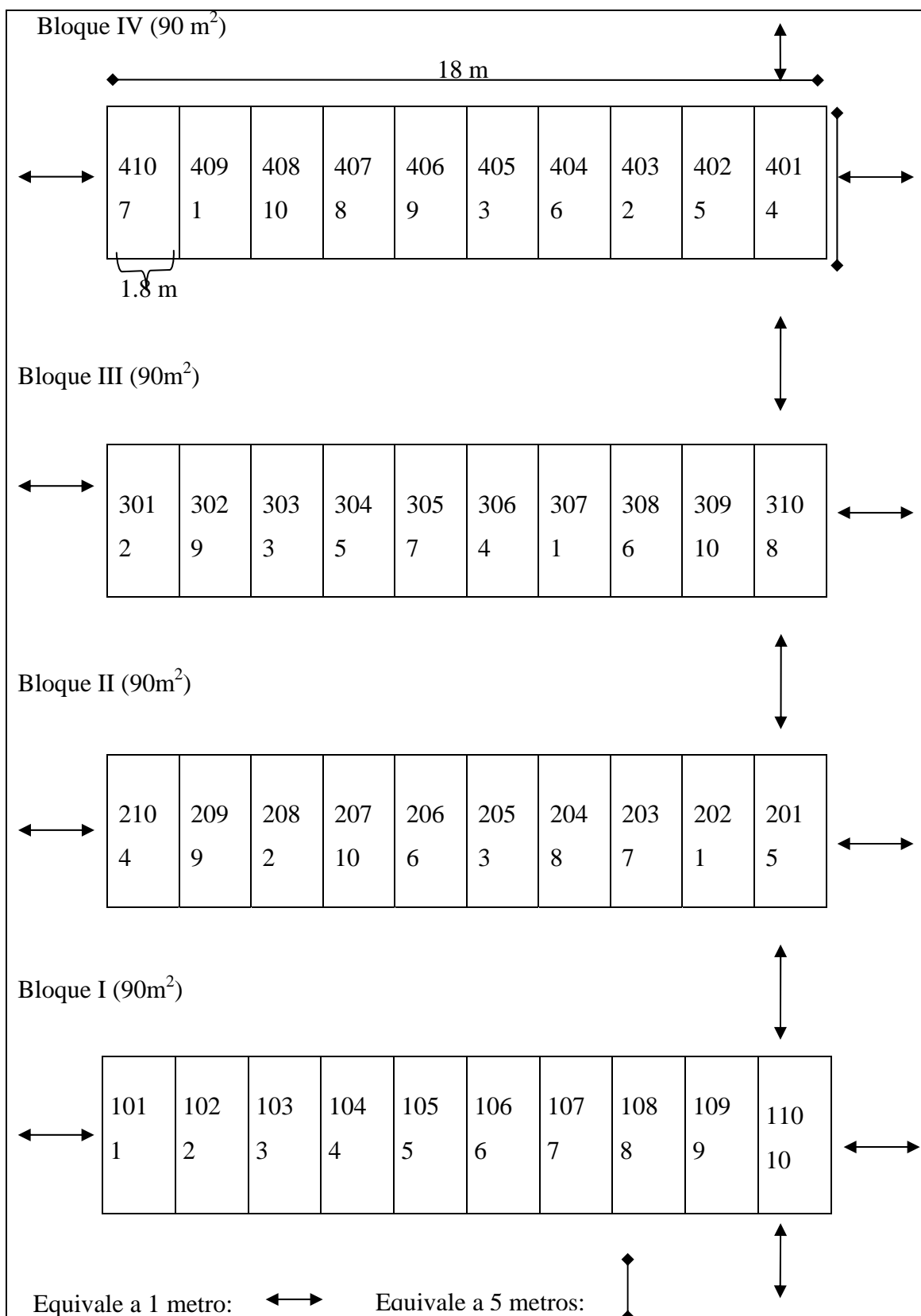
Fuente: SCIELO, 2003.

Anexo 5. Precipitaciones (mm) registradas en el período 2003-2005

Año	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Total
2003	75	151	259	463	121	1069
2004	174	159	292	314	133	1489
2005	184	400	420	1010	80	2094

Fuente: INETER, 2006.

Anexo 6. Diseño de campo



Anexo 7. Composición nutricional del grano de arroz

Composición del arroz blanco en 100 g	
Agua (%)	15.5
Proteínas (g)	6.2
Grasas (g)	0.8
Carbohidratos (g)	76.9
Fibra (g)	0.3
Cenizas (g)	0.6
Calcio (mg)	6
Fósforo (mg)	150
Hierro (mg)	0.4
Sodio (mg)	2
Vitamina B1 (Tiamina) (mg)	0.09
Vitamina B2 (Riboflavina) (mg)	0.03
Niacina (Acido nicotínico) (mg)	1.4
Calorías	351

Fuente: INFOAGRO, 2002.

Anexo 8. Datos promedios de nueve líneas de arroz y una variedad comercial

Tratamiento	Pobla.inic	Pobla.fin	Mac/ml	Mac/pta	Alt cm	Diasflor	Lon pani cm	Pgr/es	p1000g(gr)	Pkg14%	Pqq/Mz	Pkg/ha	Mf/inci(%)	MG/inci(%)	MG/Sev/%
L1-11	15	107	92	7	107	84	19.82	99	28	3.39	87.40	5654.17	90.57	96.88	7.00
L-34	15	108	95	7	95	76	22.80	80	28	3.17	75.21	4865.50	77.32	95	7.25
L1-47	16	114	98	7	99	76	23.20	122	26	3.12	80.31	5195.84	52.04	81.39	7.50
L3-13	14	124	112	9	88	78	20.65	76	30	3.16	81.47	5270.83	84.96	89.02	7.25
CT-9980-25-3-6-CA- 1M	17	110	93	7	118	82	23.00	82	27	2.93	75.48	4883.34	54.25	80	9.75
23-1-07	15	138	124	9	99	77	22.50	87	30	3.11	80.06	5179.17	79.17	100	9.50
L-61	17	130	113	8	99	83	22.80	91	26	3.07	79.09	5116.67	72.77	94.23	6.00
L-9	17	112	95	7	99	78	23.35	91	26	2.90	75.29	4870.84	66.45	97.92	13.25
L-39	14	117	103	8	97	83	23.35	87	29	2.51	64.53	4175.00	59.02	95.83	6.75
INTA-Dorado	15	140	126	9	96	88	22.15	94	27	3.27	83.66	5412.50	89.13	92.86	10.00