

**UNIDADES DE APRENDIZAJE
PARA LA CAPACITACION
EN TECNOLOGIA DE PRODUCCION
DE ARROZ**

3

**PRINCIPIOS BASICOS
PARA EL MANEJO INTEGRADO
DE LAS ENFERMEDADES
DEL CULTIVO DEL ARROZ
EN COLOMBIA**



**Aníbal L. Tapiero
Ember G. Farah
Myriam P. Guzmán
Lenda Nieto**

030108

**CIAT
ICA - FEDEARROZ - UNIVERSIDAD DEL TOLIMA
1991**

PRINCIPIOS BASICOS PARA EL MANEJO INTEGRADO DE LAS ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL ARROZ EN COLOMBIA

Autores:

Anibal Tapiero, M. Phil.

Ember Farah, Ing. Agr.

Lenda Nieto, Ing. Agr.

Myriam P. Guzmán, Ing. Agr.

Asesoría científica:

Fernando Correa, Ph.D.

Coordinación general:

Vicente Zapata S., Ed.D.

Elías García, Ing. Agr.

Producción:

Claudia P. López, Ing. Agr.

Viviana Gonzalías, Ing. Agr.

Diagramación:

Juan Carlos Londoño L., Biol.

La serie de unidades de aprendizaje sobre tecnologías de producción de arroz fue elaborada y publicada con el auspicio del **Banco Interamericano de Desarrollo (BID)** Proyecto de Formación de Capacitadores, convenio CIAT-BID: ATN/SF-3840-RE (2).

Otros títulos de la misma serie:

1. Manejo integrado de las malezas en el cultivo del arroz en Colombia.
2. Manejo integrado de insectos fitófagos en el cultivo del arroz en Colombia.
 - 2.1 Manejo de roedores en el cultivo del arroz en Colombia
4. Suelos y fertilización en el cultivo del arroz en Colombia.
5. Adecuación de suelos para el cultivo de arroz-riego en Colombia
6. El riego en el cultivo del arroz.

Tapiero, Anfbal ; Farah, Ember ; Nieto, Lenda ; Guzmán, Myriam P.
Principios básicos para el manejo integrado de las enfermedades del
cultivo del arroz en Colombia /asesoría científica, Fernando Correa ;
coordinación general, Vicente Zapata S., Elías García ; Producción,
Claudia Patricia López, Viviana Gonzálfas ; diagramación, Juan
Carlos Londoño L. -- Cali, Colombia : Centro Internacional de
Agricultura Tropical, 1992. __ p. Es. -- (Unidades de aprendizaje
para la capacitación en tecnología de producción de arroz, 3).

Incluye __diapositivas Col. y __transparencias en bolsillo.

ISBN: ____

Publicado en colaboración con el Banco Interamericano de Desarrollo,
BID ; el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, la Federación
Nacional de Arroceros, FEDEARROZ y la Universidad del Tolima

1. Arroz -- Colombia . 2. Arroz -- Enfermedades de las plantas. 3.
Arroz -- Control integrado. I. Tapiero, Anfbal. II. Farah, Ember.
III. Nieto, Lenda. IV. Guzmán, Myriam P. V. Banco Interamericano
de Desarrollo. VI. Instituto Colombiano Agropecuario. VII. Federación
Nacional de Arroceros. VIII. Centro Internacional de Agricultura
Tropical.

Agradecimiento

Los autores de este material agradecen al ingeniero Elías García D., asociado de capacitación del CIAT y al ingeniero Eugenio Tascón, asociado de capacitación del CIAT hasta 1992, el apoyo técnico que les brindaron durante todas las etapas de su formación como capacitadores y en la elaboración de esta Unidad de Aprendizaje. Las múltiples contribuciones que ellos hicieron para garantizar la publicación de esta serie de materiales son dignas del reconocimiento de todos aquellos que se benefician de la capacitación que se imparte mediante el empleo de las Unidades de Aprendizaje.

Los autores.

Contenido

	Página
Prefacio	1
Características de la audiencia	3
Instrucciones para el manejo de la Unidad	4
Flujograma para el estudio de esta Unidad	6
Dinámica de grupo	7
Expectativas de aprendizaje	8
Exploración inicial de conocimientos	11
Objetivos: terminal y específicos	19
Introducción	21
 Concepto de enfermedad	
• Subsistema de la planta	1-10
• Subsistema del agente patógeno	1-11
• Subsistema de las condiciones ambientales	1-13
Bibliografía	1-19
Ejercicio 1.1. Concepto de enfermedad	1-20
Resumen de la Secuencia 1	1-24
 Manejo de las enfermedades de importancia económica en el cultivo del arroz	
• Piricularia	2-9
• Añublo de la vaina	2-22
• Manchado del grano	2-29
Bibliografía	2-34

	Página
Práctica 2.1 Evaluación en el campo de la severidad de una enfermedad foliar (piricularia)	2-37
Práctica 2.2 Determinación de la velocidad de la propagación de una epidemia en el tiempo (piricularia)	2-43
Práctica 2.3 Identificación y evaluación del añublo de la vaina.	2-51
Ejercicio 2.1 Alternativas para el manejo del manchado del grano.	2-59
Resumen de la Secuencia 2	2-63

Manejo de las enfermedades potenciales o esporádicas en el cultivo del arroz

• Hoja blanca	3-9
• Escaldado de la hoja	3-12
• Helminthosporiosis o mancha parda	3-14
• Pudrición del tallo	3-15
• Pudrición de la vaina	3-17
• Falso carbón	3-17
• Cercosporiosis o mancha lineal	3-18
• Alternariosis	3-19
Bibliografía	3-21
Práctica 3.1 Síntomas de las enfermedades de posible ocurrencia en el cultivo del arroz.	3-23
Resumen de la Secuencia 3	3-28
Evaluación final de conocimientos	3-30

Anexos	Página
Anexo 1. Evaluación del evento de capacitación	A-5
Anexo 2. Evaluación del desempeño de los instructores	A-8
Anexo 3. Evaluación del instructor	A-10
Anexo 4. Productos químicos utilizados en Colombia para el control de agentes patógenos que afectan al cultivo del arroz.	A-14
Anexo 5. Tabla de logits	A-16
Anexo 6. Diapositivas que complementan la Unidad	A-17
Anexo 7. Transparencias para uso del instructor	A-19

Prefacio

En las últimas décadas, el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, en colaboración con los programas nacionales de investigación agrícola, ha desarrollado tecnología para los cultivos de frijol, mandioca y arroz. Al mismo tiempo, el Centro ha contribuido al fortalecimiento de la investigación en los programas nacionales mediante la capacitación de muchos de sus investigadores. Como consecuencia, ahora existe en América Latina un acervo de tecnologías disponibles para los agricultores y un número importante de profesionales expertos en los cultivos mencionados.

También existe en nuestros países latinoamericanos un gran número de extensionistas dedicados a estos cultivos. Sin embargo, muchos de ellos no han tenido la oportunidad de actualizarse en las nuevas tecnologías y, por lo tanto, el flujo de éstas a los agricultores no ocurre con la rapidez y amplitud requeridas para responder a las necesidades de mayor producción de alimentos y de mejoramiento de los ingresos de los productores. Para superar esta limitación, el CIAT ha fomentado la creación de redes de capacitación que ayuden a los extensionistas a actualizarse en las nuevas tecnologías.

Las nuevas redes están integradas por profesionales expertos en frijol, mandioca o arroz, quienes, bajo la orientación del CIAT, aprendieron métodos de aprendizaje para capacitar a otros profesionales, y están provistos por ello de materiales de apoyo para la capacitación, llamados Unidades de Aprendizaje, una de las cuales es la presente.

Se han desarrollado tres redes de capacitación, cuyos integrantes, en el proceso de su transformación de especialistas agrícolas en “capacitadores” de profesionales agrícolas, elaboraron las Unidades de Aprendizaje. Creemos que ellas son instrumentos dinámicos que esperamos sean adoptados por muchos profesionales quienes, a su vez, harán ajustes a su contenido para adecuarlas a las condiciones locales particulares en que serán usadas.

Hasta ahora las Unidades han pasado exitosamente la prueba de su uso. Pero sólo con el correr del tiempo veremos si realmente han servido para que la tecnología llegue a los agricultores, mejorando su bienestar y el de los consumidores de los productos generados en sus tierras. Con el ferviente deseo de que estos beneficios se hagan realidad, entregamos las Unidades para su uso en las redes y fuera de ellas.

En el desarrollo metodológico de las Unidades y en su producción colaboraron muchas personas e instituciones. A todas ellas nuestro reconocimiento, y especialmente a los nuevos capacitadores, así como a los dirigentes de sus instituciones, y a los científicos del CIAT.

Un particular agradecimiento merece la señora Flora Stella Collazos de Lozada por la eficaz y eficiente transcripción de los originales.

Hacemos también un claro reconocimiento tanto de la labor de dirección de la estrategia de formación de capacitadores, realizada por Vicente Zapata S., Ed. D., como de su acertada dirección de las actividades de capacitación de las cuales surgió la serie de Unidades de Aprendizaje para la Capacitación en arroz.

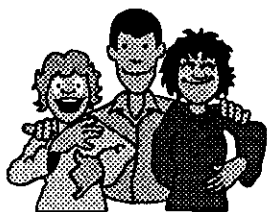
Finalmente, nuestro agradecimiento al Banco Interamericano de Desarrollo, entidad que financió el Proyecto para la Formación de Capacitadores, el cual incluye la producción de estas Unidades.

Gerardo E. Häbich

Director Asociado, Relaciones Institucionales

CIAT

Características de la audiencia

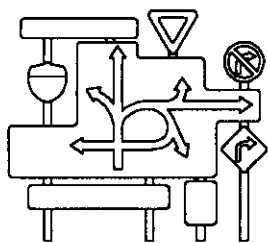


Esta Unidad está diseñada para capacitar y concientizar acerca de la importancia de utilizar los principios básicos para el manejo integrado de las enfermedades del cultivo del arroz en Colombia y está dirigida principalmente a asistentes técnicos, profesores universitarios, técnicos de extensión agrícola en institutos gubernamentales, técnicos de casas comerciales, productores avanzados y líderes en el cultivo del arroz. También constituye material de apoyo para quienes, una vez capacitados y concientizados, transfieran la tecnología apropiada a otros técnicos y productores dedicados al cultivo.

La capacitación está dirigida a Ingenieros Agrónomos quienes poseen conocimientos generales sobre el cultivo, pero necesitan actualización para el manejo integrado de las enfermedades del cultivo de arroz en Colombia.

En esta oportunidad se busca satisfacer el interés que los profesionales han manifestado, de adquirir conocimientos para reducir los altos costos del cultivo, debido en gran parte al manejo inadecuado de las enfermedades.

Instrucciones para el manejo de la Unidad



Esta Unidad de Aprendizaje ha sido preparada para su uso en el área de Colombia, por lo cual en ella se hace referencia específica a ese contexto geográfico y a los agroecosistemas comprendidos en dicha región. Las personas interesadas en emplear este material para la capacitación en otras regiones o países deberán realizar los ajustes necesarios, tanto en el contenido teórico como en aquellas partes que se refieren a los resultados de la investigación local.

El contenido de la Unidad se distribuye en tres secuencias instruccionales, con recursos metodológicos y materiales de apoyo, con el fin de facilitarle a la audiencia el aprendizaje. Para optimizar su utilidad sugerimos tener en cuenta las siguientes recomendaciones.

Antes de usar la Unidad cerciőrese de que sus componentes (páginas de contenido, diapositivas y transparencias) se encuentren en buen estado y con la secuencia adecuada; familiarícese con ellas; asegúrese de contar con el equipo necesario para proyectar las diapositivas y transparencias; compruebe su buen funcionamiento; ponga en práctica los recursos metodológicos de la Unidad, midiéndoles el tiempo para que pueda llevar a cabo todos los eventos de instrucción (preguntas, respuestas, ejercicios, presentaciones, etc.); prepare los sitios y materiales que necesite para las prácticas de campo y finalmente asegúrese de tener a mano todos los materiales necesarios para la instrucción.

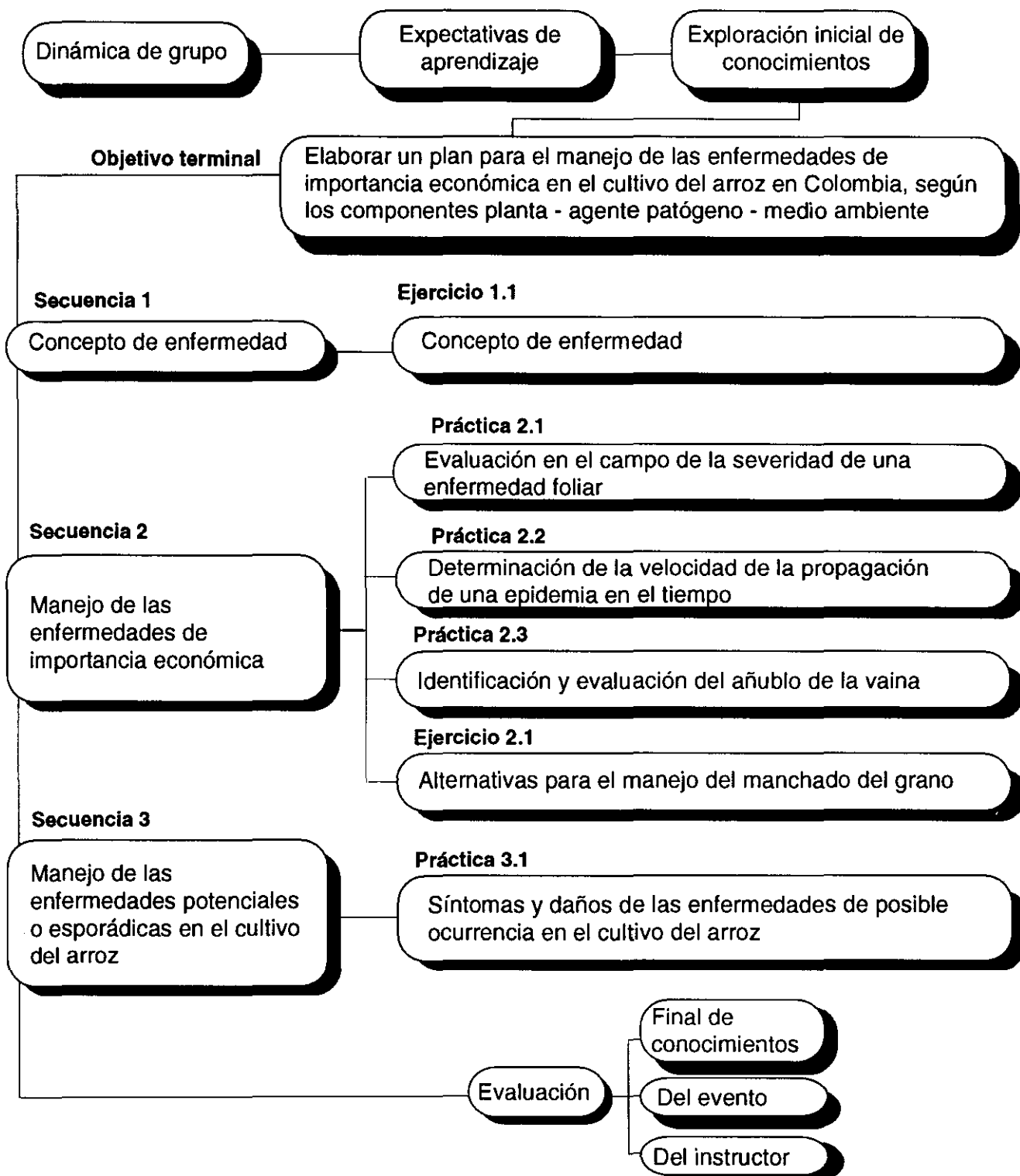
Durante el uso de la Unidad tenga siempre presente que los participantes en el curso son los protagonistas de su propio aprendizaje, por lo tanto, anímelos a participar activamente; revise continuamente el flujograma de actividades programadas y el tiempo que ha destinado para cada una con el fin de asegurar su cumplimiento; evite las discusiones personales innecesarias para que pueda cumplir con los objetivos de la Unidad; escriba las observaciones que, según su criterio, permitirán mejorar el contenido y la metodología de la Unidad; haga énfasis en los objetivos específicos para aumentar la concentración de la audiencia; centre la atención de los participantes en los puntos principales y en la relación que tienen todos los subtemas con el objetivo terminal de la Unidad.

→ Para desarrollar cada secuencia, el instructor discutirá los objetivos específicos, luego expondrá el contenido técnico e introducirá las prácticas y ejercicios en el aula y en el campo.

A los participantes se les hará una evaluación formativa y al final del taller se realizará la evaluación sumativa.

Después de usar la Unidad cerciórese de que todos sus elementos queden en buen estado y en el orden adecuado; obtenga información de retorno con respecto a su eficacia como instrumento de aprendizaje; responda a las inquietudes de la audiencia y haga las preguntas que considere convenientes. Insista en la consulta de la bibliografía recomendada y en la búsqueda de información más detallada sobre los temas del contenido que hayan despertado mayor interés en la audiencia. Finalmente, después de transcurrido el tiempo necesario, evalúe la forma en que se está realizando el manejo integrado de las enfermedades del cultivo del arroz en Colombia en la zona de influencia de quienes recibieron la capacitación; sus aplicaciones en los lotes de los productores, le indicarán su utilidad y el grado de aprendizaje obtenido.

Flujograma para el estudio de esta Unidad¹



1/ El flujograma muestra la secuencia que el instructor y la audiencia deben observar para lograr los objetivos.

Dinámica de grupo



El salón de la sede del evento estará decorado con carteles y vitrinas alusivos al tema a tratar. Los instructores y organizadores estarán presentes en la recepción donde los participantes se inscriben al evento y reciben la papelería necesaria para su participación. El personal organizador establecerá las conexiones necesarias para la presentación de los instructores a los participantes y de éstos entre sí (en caso de que no se conozcan), fomentando su reunión en grupos dentro de un ambiente de informalidad.

Una vez concluida la inscripción, los participantes serán invitados a reunirse en grupos de seis según el orden de llegada. Allí se plantearán las expectativas que se tienen respecto al evento, resolviendo las inquietudes consignadas en el formulario.

El instructor puede optar por otra forma de iniciación, especialmente cuando los participantes han compartido varios días de trabajo en equipo, u otro instructor ha realizado un ejercicio similar. También se puede prescindir de ella, asegurándose que entre instructor y participante se establezca un ambiente positivo de discusión.

Expectativas de aprendizaje

Orientación para el instructor

En el cuestionario de Expectativas de Aprendizaje los participantes pueden expresar sus intereses y/o qué esperan del contenido técnico de esta Unidad. Este resultado será correlacionado con los objetivos de la capacitación. Las preguntas deben responderse en forma individual; al terminar cada participante se reunirá con sus compañeros de grupo para compartir sus respuestas. El grupo escogerá un relator quien tendrá a su cargo la presentación de las expectativas del grupo.

Con base en las presentaciones realizadas por los relatores, el instructor clasificará en un papelógrafo la información presentada. Cuando todos los relatores hayan hecho su presentación, el instructor procederá a indicar cuáles expectativas:

- Coinciden plenamente con los objetivos de la Unidad.
- Tienen alguna relación con los objetivos de la Unidad.
- Se refieren a otros aspectos de la capacitación que no han sido considerados en la Unidad.

Expectativas de aprendizaje

Instrucciones para el participante



El cuestionario que se presenta a continuación tiene como objetivo correlacionar sus expectativas con las de sus compañeros y con los objetivos de la Unidad. Cuando haya contestado a las preguntas reúnase con sus compañeros de grupo, comparta con ellos las respuestas y nombren un relator para presentar las conclusiones del grupo.

Tiempo: 20 minutos

Nombre: _____ Fecha: _____

Nivel académico: _____

Institución o Entidad _____

Responsabilidad actual en su trabajo

- Investigación
- Extensión
- Docencia
- Administración
- Otros

1. Región donde trabaja y tiempo de vinculación al cultivo del arroz.

2. De acuerdo con su experiencia en el manejo de las enfermedades del arroz, ¿cuáles considera han sido sus éxitos y cuáles sus fracasos?

3. Específicamente, ¿qué espera resolver durante el evento? _____

Exploración inicial de conocimientos

Orientación para el instructor

A continuación se presenta un cuestionario con una serie de preguntas que tienen relación con el contenido técnico de la Unidad. Al contestar estas preguntas se espera lograr en los participantes una evaluación de conocimientos sobre los temas principales de la Unidad.

Una vez que los participantes hayan contestado el formulario, el instructor dará las respuestas correctas sin entrar en mayores detalles o explicaciones sobre el por qué de las respuestas.

Al finalizar el estudio de la Unidad se hará la evaluación final de conocimientos para comparar los resultados con la exploración inicial. De esta manera se podrá tener una indicación sobre el progreso logrado por los participantes.

Tiempo: 40 minutos

Exploración inicial de conocimientos

Instrucciones para el participante



Responder a este cuestionario le ayudará a conocer cuánto sabe acerca de los aspectos más importantes de esta Unidad. Una vez que lo haya respondido, usted podrá comparar los resultados que obtenga con los que le presente el instructor y estimar los conocimientos con que usted inicia el estudio de este tema.

Tiempo: 15 minutos

Nombre: _____

Fecha: _____

1. ¿Cómo definiría “enfermedad” en las plantas? _____

2. ¿En su concepto, qué es “resistencia” a las enfermedades? _____

3. Las enfermedades del cultivo del arroz son causadas por:

- a. Hongos
- b. Parásitos
- c. Virus
- d. Agentes patógenos

4. Escriba cuatro condiciones para el desarrollo de una enfermedad en el cultivo del arroz. _____

5. ¿Qué cree usted que es un “plan para el manejo de una enfermedad” en el cultivo del arroz? _____

6. Identifique la región donde trabaja y enumere tres enfermedades de importancia económica que se presenten allí. _____

7. Mencione dos variedades de arroz que usted recomendaría para siembra comercial en la región donde trabaja y diga por qué. _____

8. Si usted sembrara (v)_____ en (r)_____ en condiciones de (s)_____ ¿cuándo aplicaría un fungicida contra (e)_____?

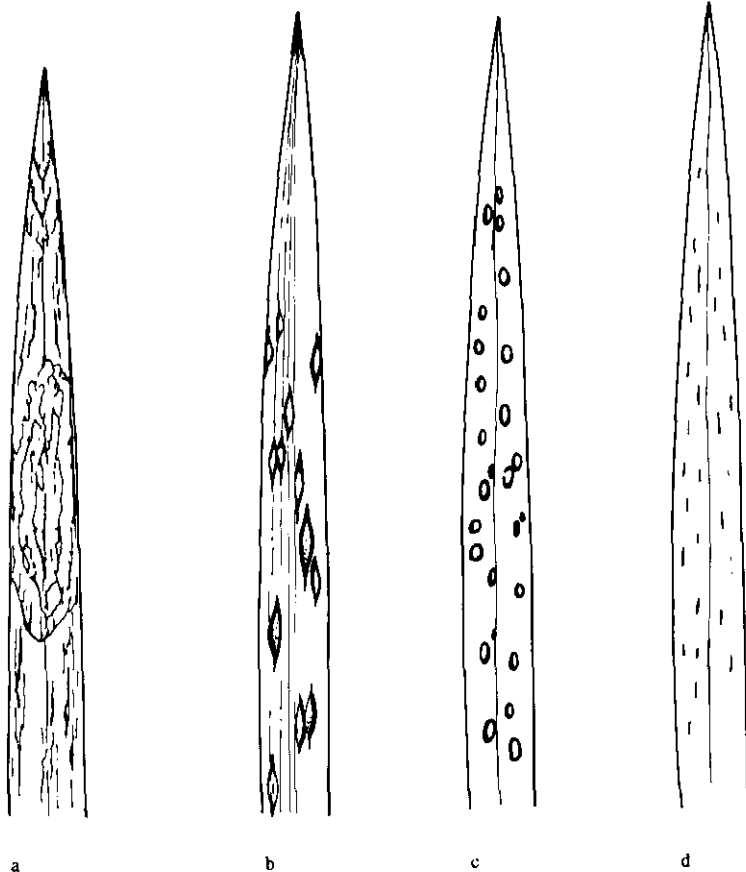
(v): variedad, (r): región, (s): sistema, (e): enfermedad

9. ¿En (r) _____ cuándo sembraría usted (v) _____?

(v): variedad, (r): región

10. Identifique por su nombre las enfermedades esquematizadas en los dibujos:

- a. _____
- b. _____
- c. _____
- d. _____



Exploración inicial de conocimientos - Información de retorno

Orientación para el instructor

Una vez los participantes hayan contestado las preguntas del cuestionario, el instructor procede de la siguiente manera:

1. Presenta las respuestas correctas (papelógrafo, acetato o impreso).
2. Permite que los participantes comparen sus respuestas con las que él ha presentado.
3. Discute brevemente las respuestas sin profundizar demasiado en cada una de ellas.

Para hacer más dinámico este ejercicio, los cuestionarios se pueden intercambiar entre los participantes y revisarse. El instructor puede hacer un conteo del número de individuos que contestaron acertadamente a cada una de las preguntas. De esta manera el instructor puede conocer en qué medida un mayor o menor número de participantes posee un conocimiento previo acerca de los diferentes tópicos a tratar.

Es también recomendable que el instructor tenga a disposición de los participantes las referencias bibliográficas específicas (texto, capítulo, página) que se refieren a las respuestas.



Exploración inicial de conocimientos - Información de retorno



1. El concepto de enfermedad en las plantas está condicionado por la importancia económica o ecológica de una especie dada. Por ejemplo, en un cultivo de cereales lo que interesa es la productividad en granos, mientras que en un bosque natural podría interesar más el equilibrio ecológico de una región. Por ello enfermedad en las plantas se define como todos aquellos desórdenes fisiológicos que, causados por diferentes entes, provocan una reducción en la capacidad productiva o en la participación ecológica que interesa de una especie determinada.
2. Resistencia es la habilidad que tiene una planta para, desde un punto de vista genético, impedir el proceso de infección y/o retardar el desarrollo del agente patógeno.
3. d. Porque aunque cualquiera de las otras opciones mencionadas puede ocasionar algunas enfermedades, el término "agente patógeno" agrupa a todos los organismos causantes.
4.
 - Variedades susceptibles
 - Inóculo potencial
 - Condiciones ambientales favorables
 - Prácticas culturales que predispongan la planta a la enfermedad.
5. Es la combinación ordenada y racional de todas aquellas prácticas que limitan el desarrollo de la enfermedad y favorecen la productividad del cultivo.
- 6.

Regiones		
Piedemonte Llanero	Valles Interandinos	Costa Atlántica
Piricularia	Añublo de la vaina	Piricularia
Manchado del grano	Piricularia	Añublo de la vaina
Hoja blanca	Manchado del grano	Manchado del grano

7. • Región: Piedemonte Llanero

Oryzica Llanos 5 y Oryzica Llanos 4.

Porque son variedades altamente resistentes a la piricularia y a la hoja blanca, y soportan aceptablemente el manchado del grano, que limitan la producción de arroz en esta región.

• Región: Valles Interandinos

Oryzica 3 y Oryzica 1

Porque tienen muy buenas características agronómicas y a pesar de ser susceptibles a la piricularia, esta enfermedad no limita la producción de arroz en la región.

• Región: Costa Atlántica

Oryzica 3 y Oryzica 1

Porque tienen buenos rendimientos y a pesar de ser susceptibles a piricularia, esta enfermedad no limita la producción de arroz en esta región.

Dependiendo de la procedencia de los participantes:

8. Variedad: Oryzica 1

Región: Piedemonte Llanero

Sistema: Riego

Enfermedad: Piricularia

Según la severidad de la enfermedad, inmediatamente después de que en el estado de plántula se encuentre un 5% del área foliar afectada y/o durante el macollamiento esté un 20% del área foliar afectada. Se requeriría además una aplicación preventiva hacia el final del embuchamiento e inicio de la floración, y otra en caso de observar síntomas al iniciarse el estado lechoso del grano.

Variedad: Oryzica 1

Región: Valles Interandinos

Sistema: Riego

Enfermedad: Añublo de la vaina

Según la incidencia de la enfermedad, al observarse síntomas en el segundo tercio de la planta, a partir del máximo macollamiento.

9. Región: Piedemonte Llanero

Variedad: Oryzica Llanos 5

Si se dispone de riego, hacia mediados de la temporada de cosecha del primer semestre; cuando es en secano, al inicio de la temporada de lluvias.

Variedad: Oryzica 1

Tanto en secano como en riego, preferiblemente al inicio de la temporada de lluvias.

Región: Valles Interandinos

Variedad: Oryzica 3

Con riego, en cualquier época del año.

Región: Costa Atlántica

Variedad: Oryzica 1

Con riego, al inicio de la temporada de lluvias.

10. a. Escaldado de la hoja
- b. Piricularia
- c. Mancha parda o helmintosporiosis
- d. Mancha lineal o cercosporiosis.

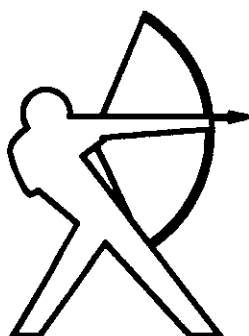
Objetivos

Terminal

- ✓ Al finalizar el estudio de esta Unidad de Aprendizaje, los participantes estarán en capacidad de elaborar un plan para el manejo integral de las enfermedades de importancia económica en el cultivo del arroz, en cada región agroecológica de Colombia, teniendo en cuenta los componentes planta-patógeno-medio ambiente.

Específicos

El logro del objetivo terminal implica alcanzar varios objetivos específicos; cuando esto ocurra los participantes estarán en capacidad de:



- ✓ Diferenciar los componentes que intervienen en el desarrollo de una enfermedad.
- ✓ Utilizar los conocimientos sobre resistencia y receptividad a las enfermedades en la toma de decisiones para el manejo adecuado de las variedades de arroz disponibles para el cultivo en Colombia.
- ✓ Relacionar los procesos inherentes al dinamismo del inóculo con la ocurrencia y desarrollo de enfermedades en las plantas de arroz.
- ✓ Identificar la influencia de los componentes de las condiciones ambientales en el desarrollo de las enfermedades del cultivo.
- ✓ Diferenciar, dentro del complejo de enfermedades del arroz, tres de importancia económica.
- ✓ Distinguir, mediante el diseño de una propuesta demostrativa, las relaciones existentes entre la resistencia y la receptividad de las variedades colombianas en los diferentes estados de desarrollo del cultivo.
- ✓ Utilizar, mediante la elaboración de un sistema de pronóstico, los procesos del dinamismo del inóculo, como componentes para el manejo de las tres enfermedades de importancia económica en el cultivo.
- ✓ Analizar, mediante la planeación de un ejercicio demostrativo, la importancia de conocer las condiciones ambientales favorables para el manejo de las enfermedades de importancia económica en el cultivo.

Para otras enfermedades simplemente pueden no haberse identificado sus fuentes de resistencia, o no disponerse de ellas para su utilización en el mejoramiento, en cuyo caso habría que recurrir a la utilización de alguno de los otros componentes del sistema para conservar la rentabilidad del cultivo.

Esta Unidad hace énfasis en el manejo de las enfermedades a partir de la utilización racional de los componentes e interacciones que las causan. Por ello, a cada paso del desarrollo del tema hay referencias al respecto, y su comprensión cabal sólo será accesible al participante en la medida en que reflexione sobre su propia experiencia, con base en los planteamientos hechos. Invitamos al participante a involucrarse en el proceso.

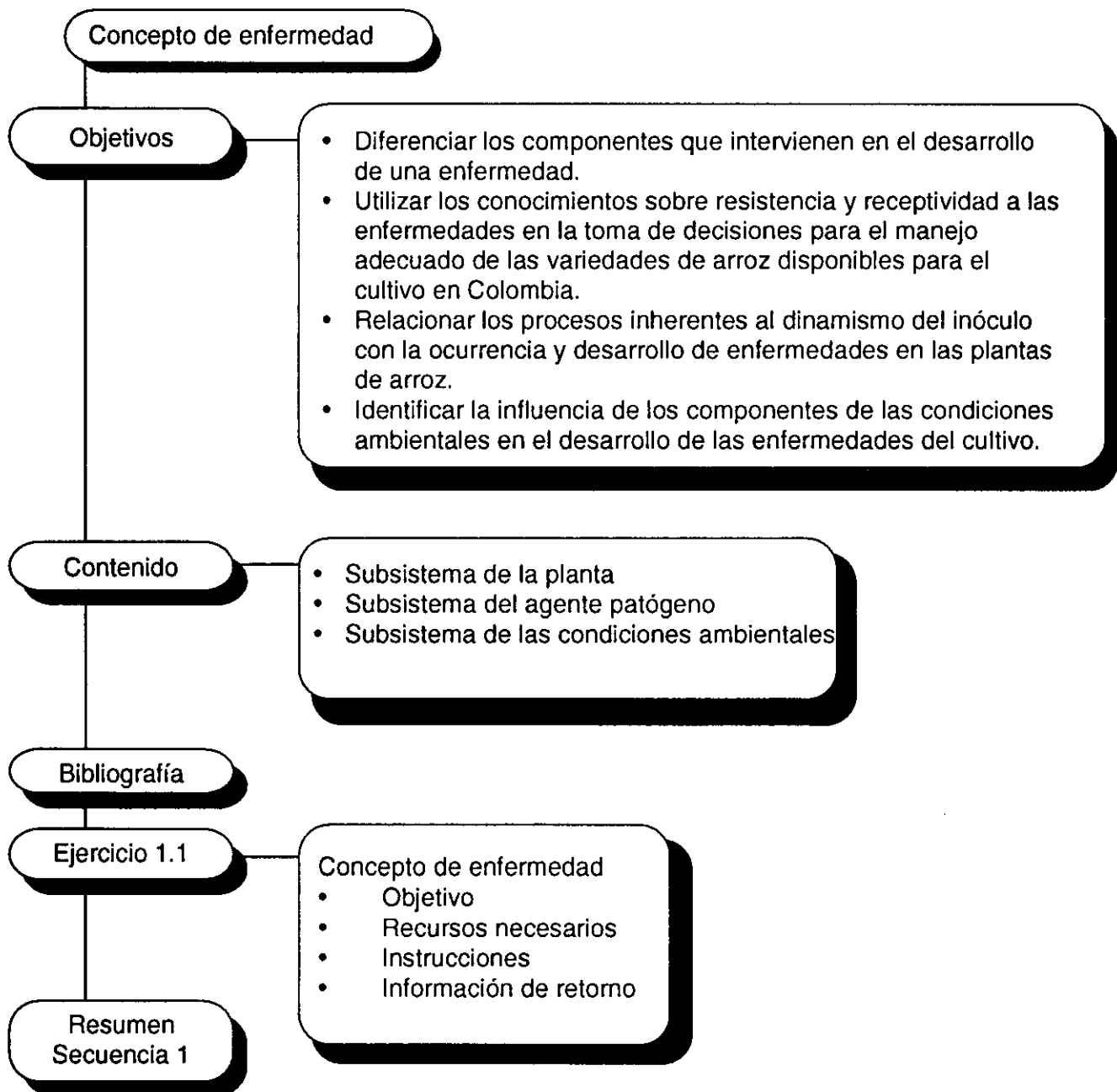
Secuencia 1

Concepto de enfermedad

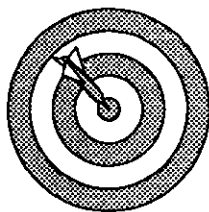
Contenido

	Página
Objetivo	1-7
Información	1-9
• Subsistema de la planta	1-10
• Subsistema del agente patógeno	1-11
• Subsistema de las condiciones ambientales	1-13
Bibliografía	1-19
Ejercicio 1.1. Concepto de enfermedad	1-20
• Objetivo	
• Recursos necesarios	
• Instrucciones	
• Hoja de trabajo	
• Información de retorno	
Resumen de la Secuencia 1	1-24

Flujograma Secuencia 1



Objetivos



Al finalizar el estudio de esta secuencia, el participante estará en capacidad de:

- ✓ Diferenciar los componentes que intervienen en el desarrollo de una enfermedad.
- ✓ Utilizar los conocimientos sobre resistencia y receptividad a las enfermedades en la toma de decisiones para el manejo adecuado de las variedades de arroz disponibles para el cultivo en Colombia.
- ✓ Relacionar los procesos inherentes al dinamismo del inóculo con la ocurrencia y desarrollo de enfermedades en las plantas de arroz.
- ✓ Identificar la influencia de los componentes de las condiciones ambientales en el desarrollo de las enfermedades del cultivo.

Aunque el concepto de enfermedad es aparentemente claro para la mayoría de los participantes, decir exactamente qué significa enfermedad en el contexto de las plantas es bastante difícil. Generalmente el concepto de enfermedad es asociado con la influencia de agentes externos o internos que provocan anomalías en una especie dada. Sin embargo, establecer con precisión lo que pueda significar anomalía no es muy fácil. Un incremento en la producción provocado por cualquier práctica de cultivo podría ser considerado como enfermedad, por cuanto constituye una expresión de anomalía respecto a lo esperado de la variedad en consideración. La variegación causada por un virus en algunas plantas ornamentales, cuyo valor se incrementa precisamente por su manifestación, también lo sería. Por esto, para definir enfermedad es necesario aclarar primero qué es lo que interesa de una especie dada.

Hay dos elementos fundamentales en la valoración de las especies vegetales: el ecológico y el económico. Una especie determinada puede ser valiosa para el hombre por cuanto contribuye a la conservación del equilibrio ecológico en una región determinada (por ejemplo, favorece el mantenimiento del balance hídrico en una cuenca, contribuye al embellecimiento del paisaje, etc.); cualquier fenómeno que afecte su función sería indeseable (como un virus que ocasione su defoliación, una bacteria que la marchite, etc.). Otra especie puede valorarse por su capacidad para la producción de carbohidratos (por ejemplo, un cultivo de yuca); la disminución del volumen de producción o el deterioro de su calidad, ocasionados por la intervención de un agente externo (como el ambiente, o los microorganismos), sería considerado nocivo. En cambio, una planta ornamental con variegaciones producidas por algún virus podría ser deseable por su efecto estético, o los granos de arroz utilizados para la producción de *Metarrhizium anisopliae*, un hongo entomopatógeno, serían más valiosos entre más infectados estuvieran.

Con base en lo anterior, la enfermedad en las plantas se definiría mejor como todos aquellos desórdenes fisiológicos que, causados por diferentes entes, provocan una reducción en la capacidad productiva o en la participación ecológica que interesa de una especie determinada.

En lo referente al cultivo del arroz se parte de un criterio económico, que procura la reducción del componente enfermedad para lograr el incremento de la productividad.

Visto de esta manera, el objetivo propuesto al considerar las enfermedades del cultivo del arroz es develar sus elementos constitutivos, en forma tal, que al variarlos o modificar sus interacciones se incremente la productividad del cultivo. Ello es factible si se desarrolla el concepto de enfermedad desde el punto de vista del diagnóstico presuntivo.

En el diagnóstico presuntivo se concibe la enfermedad como un sistema complejo, compuesto de diferentes subsistemas que interactúan entre sí. Estos subsistemas (así llamados por cuanto están constituidos a su vez por otros elementos específicos que también interactúan) son: la planta, el agente patógeno y el medio ambiente. Al suprimirse alguno de ellos se provoca el derrumbamiento de la estructura total o, en otras palabras, la enfermedad no puede presentarse. Desde este punto de vista el manejo consistiría en la determinación de cada uno de los elementos constitutivos del sistema, para la manipulación racional de sus interacciones.

Subsistema de la planta

La planta es el huésped que recibe y soporta al agente patógeno. Dentro de la concepción de enfermedad que nos interesa, o modelo epidemiológico, la planta puede entorpecer, retardar o impedir el desarrollo del agente patógeno. Ello puede ser determinado fisiológicamente a partir de la expresión de síntomas y está condicionado genética y fisiológicamente por la resistencia y la receptividad.

La resistencia a las enfermedades se refiere a la habilidad que tiene la planta para, desde su estructura genética, entorpecer el desarrollo del agente patógeno potencial que pretende invadirla. La resistencia está determinada por la existencia de genes que coinciden o no, con los genes virulentos del agente patógeno. Cuando estos genes de resistencia son específicos respecto a un gene virulento, se dice que la resistencia es vertical. Cuando los genes de resistencia no son específicos respecto a un solo gene virulento sino a varios, un mayor número de razas del agente patógeno es capaz de provocar la infección y la resistencia, así definida, se denomina horizontal. La hipótesis, y ello ha sido demostrado en diferentes sistemas patógeno-planta-enfermedad, es que a mayor grado de resistencia horizontal, menor es la velocidad con que una enfermedad se incrementa en el tiempo. En otras palabras, una variedad con resistencia vertical no puede ser invadida por un agente patógeno si éste no dispone del gene virulento específico, o sucumbe rápidamente a la enfermedad cuando este gene está disponible en la población del agente patógeno. Mientras que una variedad con resistencia horizontal siempre es susceptible, y es invadida por la proporción de población del agente patógeno que posea al menos uno de los genes virulentos que coincida

con sus genes de resistencia, pero la enfermedad se desarrolla más lentamente, permitiéndole al agricultor un tiempo más prolongado para la toma de decisiones.

Otro mecanismo que la planta utiliza contra la invasión por parte de agentes patógenos es la receptividad. Esta depende del estado de desarrollo de la planta y varía según éste. Durante algunos estados de desarrollo, la planta impide la invasión de agentes patógenos, como ocurre con cualquier variedad de arroz que, por susceptible que sea, no permite la invasión de *Pyricularia grisea* Sacc (*P. oryzae* Cav.) durante el embuchamiento. En otros casos los cambios fisiológicos van acompañados de cambios morfológicos que actúan como barreras estructurales contra los agentes patógenos, o provocan la formación de sustancias de origen bioquímico que impiden su entrada o limitan su desarrollo dentro del tejido. Estas manifestaciones de variación en la relación huésped-agente patógeno están fuertemente asociadas con la edad de la planta, el tipo de órgano y de tejido atacado, las condiciones nutricionales del cultivo y el medio ambiente.

Subsistema del agente patógeno

Los entes causantes de enfermedad pueden tener origen muy diverso y se denominan agentes causantes. Por su origen han sido clasificados en bióticos y abióticos. Como interesan fundamentalmente los de origen biótico no se hará referencia a los agentes causantes de origen abiótico, que son nutricionales, fisiológicos y físicos.

Los agentes causantes de origen biótico comprenden todos aquellos organismos vivos como virus, rickettsias, bacterias, algas, líquenes, hongos y nematodos, que en conjunto se denominan agentes patógenos. En el caso de los hongos y las bacterias, además de poseer los genes virulentos específicos para infectar una variedad y estar presentes en el área de cultivo en cantidad suficiente (inóculo potencial), sus unidades de diseminación (esporas, conidias, etc.) deben depositarse sobre el órgano de la planta que van a infectar y, si las condiciones ambientales le son favorables, germinar, emitir su unidad infectiva, penetrar el tejido epidermal de la planta e invadir sus células. Una vez las células son invadidas éstas mueren (como en el caso de la mayoría de infecciones causadas por parásitos no obligados), o se deterioran por la relación de soporte y manutención que el agente patógeno establece, y se desarrollan los síntomas, que no son otra cosa que la manifestación visible de la infección. La supresión o bloqueo de uno cualquiera de estos pasos impide el establecimiento de la enfermedad.

Los agentes patógenos se diferencian por su hábito de supervivencia en parásitos obligados y no obligados, según dependan o no de tejido vivo para sobrevivir. Los parásitos no obligados pueden ser además saprófitos o parásitos facultativos, dependiendo de que su vida se desarrolle principalmente sobre tejido vivo y puedan adaptarse a materia orgánica muerta o viceversa.

Adicionalmente, los agentes patógenos se diferencian por la clase de plantas que sean capaces de enfermar, los órganos o tejidos que puedan afectar y la edad del órgano o del tejido donde puedan crecer. Algunos agentes patógenos están restringidos a una especie, otros a algún género, y los hay que afectan un amplio número de especies, inclusive de diferentes grupos taxonómicos. Hay unos que afectan básicamente la raíz, otros los tallos o las hojas, como también los que principalmente crecen sobre los frutos sin afectar los otros órganos. También existen los que se limitan a crecer en los haces vasculares, como los que producen diferentes efectos en diversos órganos de una misma planta. Algunos se limitan a afectar plantas jóvenes, mientras que otros sólo enferman tejidos maduros.

La mayoría de los parásitos obligados son generalmente bastante específicos respecto al huésped que atacan, posiblemente porque requieren nutrimentos que solamente son producidos por la especie con la cual evolucionaron conjuntamente. Los parásitos no obligados, en cambio, suelen afectar plantas de diferentes especies u órganos de plantas de diversa edad, pero sólo enferman una o unas pocas.

Entre los más dinámicos y significativos aspectos de la biología se encuentra que las características morfológicas y fisiológicas de los individuos de una especie no son totalmente fijas, sino que varían alrededor de algunas características comunes. Esto es claro para especies (hongos, nematodos, plantas superiores) que se reproducen sexualmente. Cuando los individuos se reproducen asexualmente (algunos hongos, bacterias, micoplasmas, virus, plantas donde se utilizan estacas o estolones), la variabilidad se reduce enormemente, pero aún subsiste. La frecuencia de esta variabilidad cambia con la especie. Es mayor en *P. grisea* que en otros hongos, a pesar de que se reproduce principalmente en forma asexual.

Además del factor genético, las estructuras morfológicas de la planta, las condiciones ambientales o la estructura bioquímica de las células pueden retardar o impedir la invasión por parte del agente patógeno. Prácticas culturales aplicadas al cultivo, como la fertilización nitrogenada, el manejo de la densidad de siembra, o del agua de riego, entre muchas

otras, pueden crear condiciones adversas al establecimiento y desarrollo de la enfermedad o condiciones favorables que los faciliten. De la misma manera, la aplicación de un fungicida que impida la germinación de las unidades infectivas o incremente la producción de sustancias antibióticas para retardar la invasión del agente patógeno, se basa en estas consideraciones. La resistencia de la planta generalmente actúa inhibiendo el crecimiento del micelio del hongo, la reproducción de las bacterias o el desarrollo de las partículas virales dentro del tejido del huésped, mientras que la receptividad lo hace impidiendo la entrada del agente patógeno al interior de la epidermis. Cualquiera que sea el mecanismo que impida la enfermedad, ésta no puede desarrollarse si no se cumplen todas las condiciones.

Subsistema de las condiciones ambientales

El clima condiciona el establecimiento y desarrollo de la enfermedad favoreciendo o retardando funciones en la planta y en el agente patógeno. El viento y la lluvia facilitan la diseminación de las unidades infectivas. La humedad relativa, la temperatura y el agua de rocío intervienen en los procesos de producción de esporas, germinación, infección y desarrollo de los síntomas. A la vez el día, la noche, el brillo solar y la nubosidad influyen en diverso grado en todo el proceso.

Además de intervenir en funciones de desarrollo tanto en la planta como en el agente patógeno, las condiciones ambientales pueden modificar funciones de la relación planta-patógeno, la cual constituye una entidad adicional a la de sus elementos constitutivos. Parte de la resistencia de las plantas, expresión de esta relación, está condicionada por el ambiente. De acuerdo con estas consideraciones, para algunos ambientes será más difícil obtener resistencia más durable. De igual manera la duración de la resistencia obtenida podrá prolongarse o acortarse, según se modifiquen en un sentido u otro las condiciones del cultivo que determinan su ambiente. La preparación del suelo, el manejo del agua, la fertilización, pueden incidir en el aumento o disminución de la población de plantas de cultivo o de malezas e, indirectamente, en el incremento o disminución de la humedad relativa, de la temperatura o de la duración del agua de rocío sobre las plantas. Todos los elementos constitutivos del sistema están interconectados y establecen relaciones entre sí.

En Colombia el arroz es cultivado principalmente en tres áreas agroecológicas: el Piedemonte Llanero, los Valles Interandinos y la Costa Atlántica (Figura 1.1). Cada una de ellas se caracteriza por compartir elementos de climas semejantes que pueden resumirse como sigue.

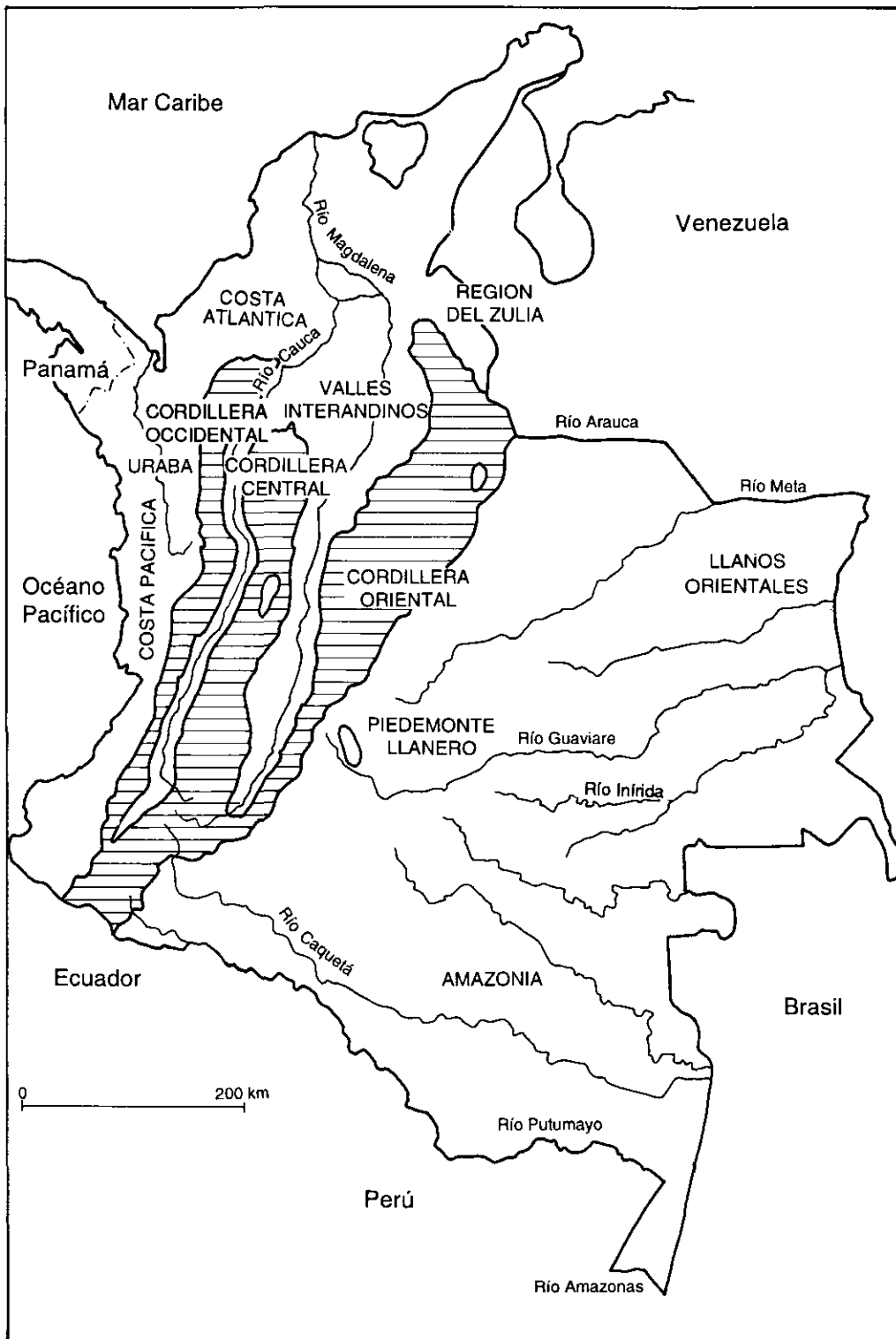


Figura 1.1. Mapa de Colombia con las regiones geográficas (Tapiero, 1991).

El Piedemonte Llanero es la región donde se presentan las mejores condiciones para el desarrollo de la mayoría de las enfermedades del arroz. Se caracteriza por tener una temporada seca entre diciembre y marzo, mientras que el resto del año llueve profusamente. El promedio de precipitación mensual es superior a 200 mm desde abril a noviembre, y mayo, el mes más húmedo del año, ha tenido más de 400 mm en promedio de lluvias durante los últimos 22 años. La temperatura promedio anual es de 26°C en esta región, con diferencias hasta de 14°C entre la máxima y la mínima; estas diferencias son mayores durante la época seca. El brillo solar efectivo es inferior a 5 horas durante la mayor parte del año y la humedad relativa es superior a 80% durante la época de lluvias (Figura 1.2).

Los Valles Interandinos presentan condiciones ambientales menos variables, con épocas de mayor precipitación en marzo, abril y mayo durante el primer semestre y en octubre noviembre y diciembre durante el segundo semestre. La temperatura mínima oscila entre 21 y 23°C, y la máxima entre 32 y 36°C. La temperatura promedio es de 28°C y la humedad relativa promedio en la zona es de 67% (Figura 1.3).

En la Costa Atlántica las precipitaciones son más abundantes en el segundo semestre, entre agosto y octubre. Durante el primer semestre las lluvias se presentan en mayo y junio, mientras que el resto del año es seco. La temperatura máxima oscila entre 32 y 36°C, la mínima entre 21 y 23°C y la temperatura promedio es de 28°C. La humedad relativa promedio es de 72% en esta región (Figura 1.4).

El clima mundial en general y el de Colombia en particular, está atravesando por una época de cambios que inciden directamente en los ambientes regionales. La definición de la nueva condición ambiental puede tardar algunos años, al igual que la determinación de sus efectos en los cultivos. Esto, naturalmente, incidirá en la presencia y desarrollo de enfermedades en las plantas, situación que habrá de tenerse en cuenta para su diagnóstico y manejo.

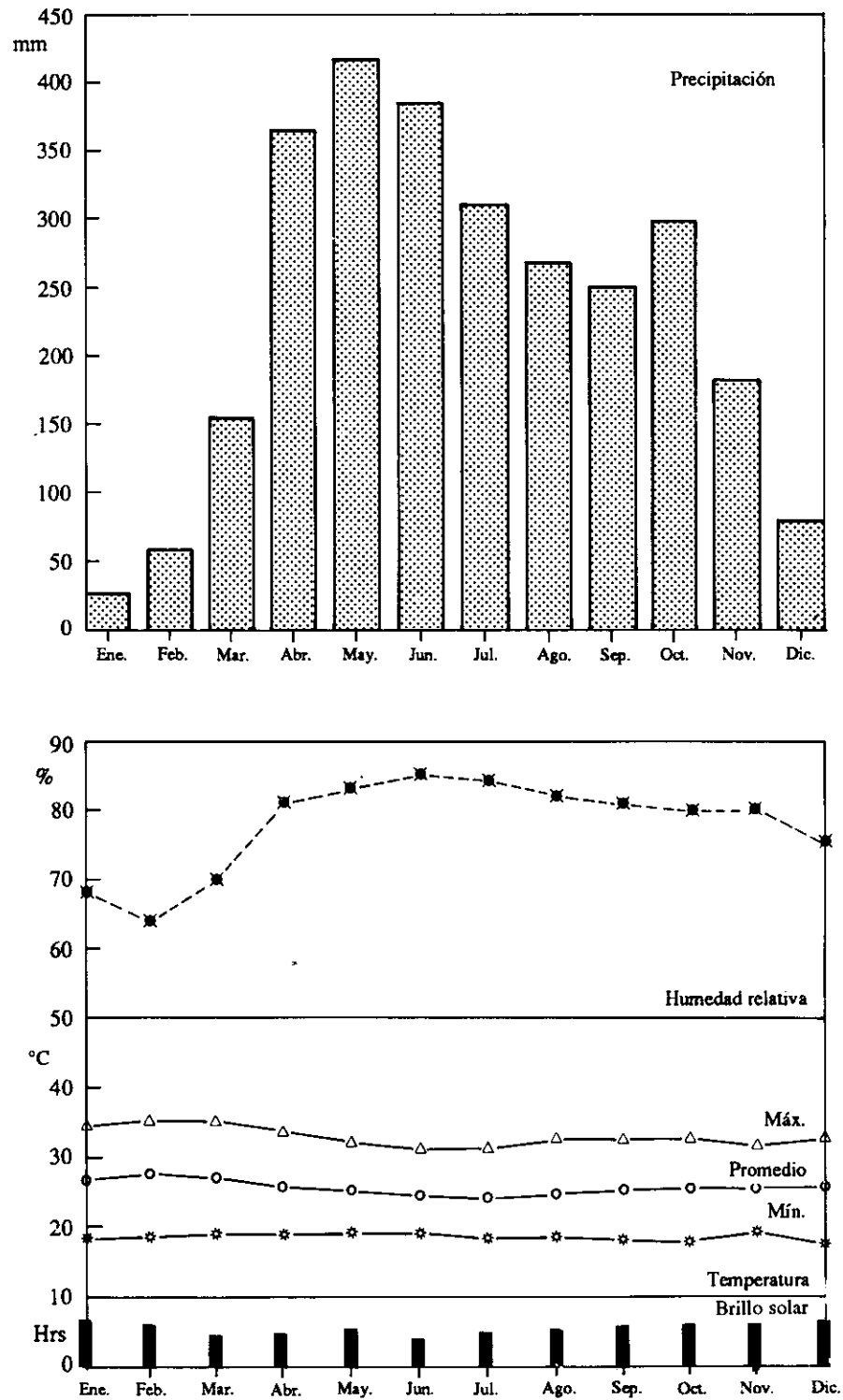


Figura 1.2. Variaciones mensuales del brillo solar, la temperatura, la humedad relativa y la precipitación en La Libertad, Piedemonte Llanero, Colombia. Los datos presentados son valores promedios entre 1968 - 1990. (Tapiero, 1991).

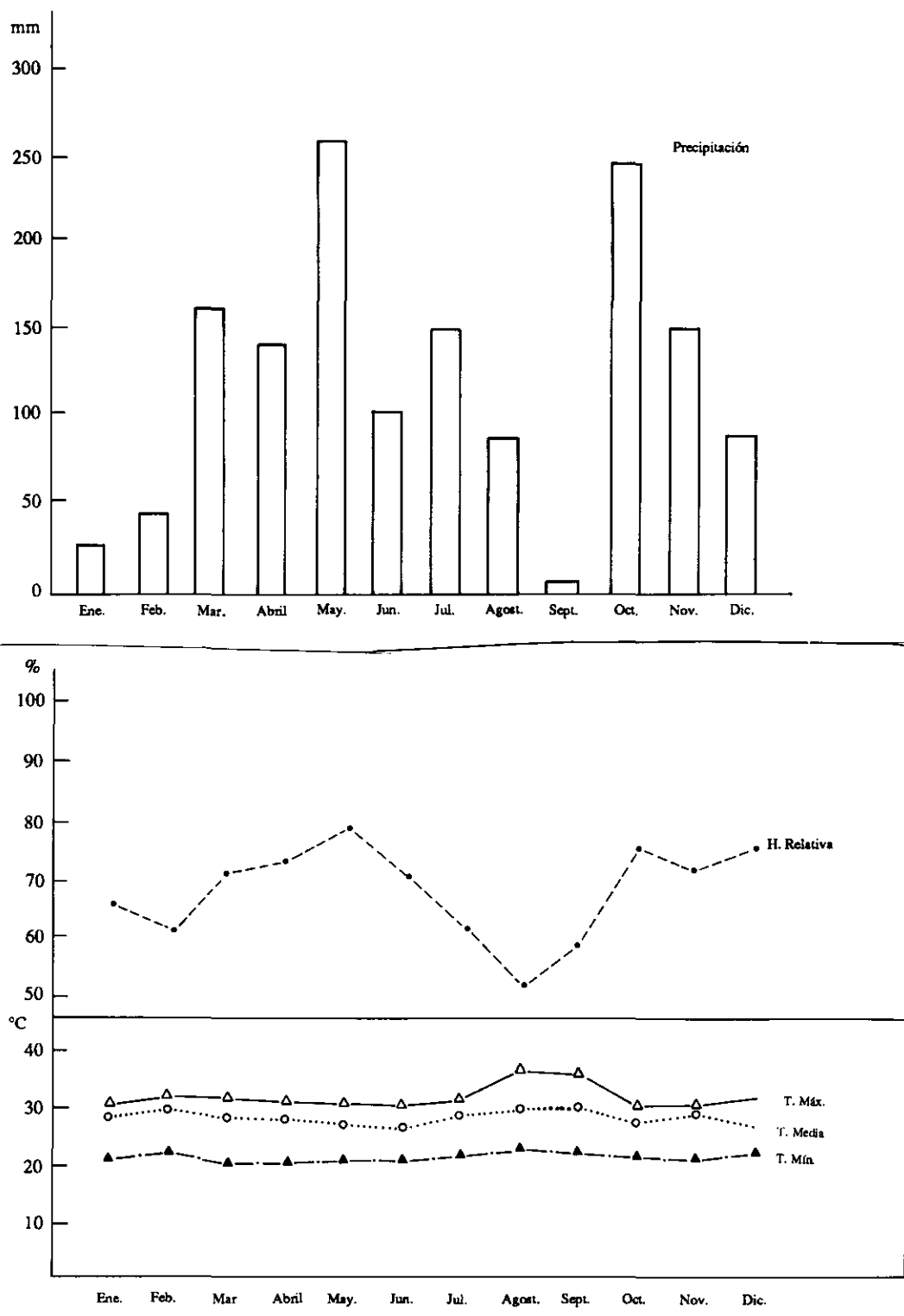


Figura 1.3. Variaciones mensuales de la temperatura, la humedad relativa y la precipitación en los Valles Interandinos. Los datos presentados son de valores promedio entre 1990-1991.

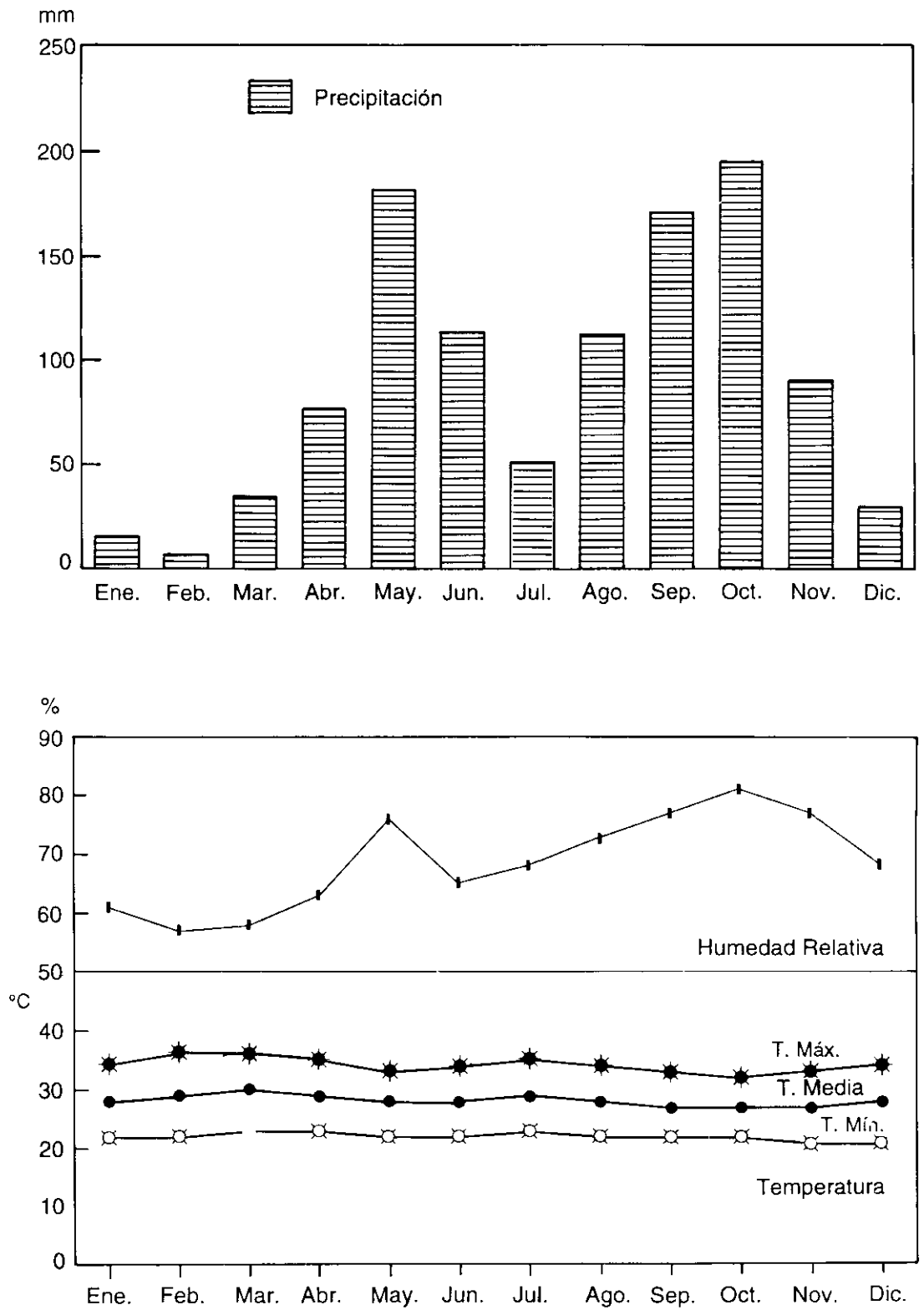


Figura 1.4. Variaciones mensuales de la temperatura, la humedad relativa y la precipitación en la Costa Atlántica (Himat, 1991).

Bibliografía

INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS. 1991. Calendario meteorológico 1991. HIMAT, Bogotá, 175 p.

TAPIERO, A.L. 1991. Resistance of rice to blast disease caused by strains of *Pyricularia oryzae* cav. from Colombia. M. Phil. Thesis. University of London. 97 p.

Bibliografía recomendada

AGRIOS, G.N. 1988. Plant Pathology. Third Edition. Academic Press. San Diego, California. pp. 3-233.

KRANZ, JURGEN. 1974. Epidemics of plant diseases. Springer-Verlag, Berlin. 170 p.

ZADOKS, J.C. & SCHEIN, R.D. 1979. Epidemiology and plant management. Oxford University Press, London and New York. 425 p.

Ejercicio 1.1 Concepto de enfermedad

Objetivo

- ✓ Demostrar, mediante la participación en la discusión en grupos y la información de retorno, que los asistentes han comprendido a cabalidad los conceptos de los subtemas descritos.

Recursos necesarios

- Hoja de trabajo

Instrucciones

- Una vez terminado el proceso de información se formularán las preguntas en una hoja de trabajo que entregará el instructor a los participantes, para que sean contestadas en 15 minutos y luego se formarán al azar grupos de 6 participantes para que las discutan durante 20 minutos.

Al finalizar el ejercicio el instructor presentará las respuestas correctas a todo el grupo y resolverá las inquietudes que se presenten.

1. Se considera que una especie vegetal está enferma si se observa:
 - a. el atrofiamiento de sus órganos
 - b. la presencia de microorganismos en su interior
 - c. el efecto de un factor genético en su crecimiento
 - d. la disminución de su rendimiento

2. Plantas resistentes a enfermedades son aquellas que:
 - a. son susceptibles a genes virulentos diferentes a los del agente patógeno
 - b. nunca se enferman
 - c. sus etapas de desarrollo no coinciden con las del agente patógeno
 - d. desarrollan antibióticos

3. Una vez las unidades infectivas del agente patógeno se depositan sobre la planta y las condiciones ambientales les favorecen, las esporas:
 - a. degradan el tejido epidermal
 - b. forman el tubo infectivo
 - c. germinan
 - d. esporulan

4. El medio ambiente es importante para el desarrollo de una enfermedad porque:
- a. debilita la planta
 - b. favorece el dinamismo del agente patógeno
 - c. favorece la planta
 - d. incrementa la virulencia del agente patógeno
5. ¿Cuáles son los componentes que intervienen en el desarrollo de una enfermedad? _____

6. ¿Cuáles son los dos mecanismos de la planta que interfieren el proceso de desarrollo de una enfermedad? _____

Ejercicio 1.1 - Información de retorno

1. d. Porque los otros tres distractores se refieren a fenómenos que no pueden ser deseables.
2. a. Porque la resistencia está basada en la hipótesis de “gene por gene”. Genes virulentos del agente patógeno que coinciden con genes de resistencia del huésped.
3. c. Cualquiera de los otros tres son posteriores a la germinación.
4. b. Los distractores a) y c) son incompletos y d) es falso.
5.
 - Planta
 - Agente patógeno
 - Medio ambiente
6.
 - Resistencia
 - Receptividad

Resumen de la Secuencia 1

Las enfermedades de las plantas son todos aquellos desórdenes fisiológicos que, causados por diferentes entes, provocan una reducción en la capacidad productiva o en la participación ecológica que interesa de una especie determinada.

El concepto de enfermedad en las plantas está determinado por la importancia económica o ecológica de una especie dada y se refiere a la reducción de su producción esperada o al impedimento de su función deseada, ocasionadas por cualquier ente biótico o abiótico. Las enfermedades de origen biótico son causadas por microorganismos que infectan la planta huésped, provocando reducciones en la producción esperada o demeritando su calidad.

La enfermedad es un sistema complejo compuesto de diferentes subsistemas que se relacionan entre sí e interactúan. Para que la planta se enferme es necesario que el microorganismo (agente patógeno) la infecte, lo cual depende de la resistencia del huésped, la virulencia del agente patógeno y la presencia de condiciones ambientales que favorezcan el dinamismo del agente patógeno. Si alguno de estos componentes está ausente, o alguna de las interacciones necesarias para el establecimiento de la enfermedad no se cumple, el proceso queda detenido. El conocimiento de los elementos constitutivos y el de sus interacciones dentro del proceso epidemiológico, constituyen el fundamento básico para el manejo eficiente de las enfermedades en los cultivos.

Secuencia 2

**Manejo de las
enfermedades de
importancia
económica en el
cultivo del arroz**

Contenido

	Página
Objetivos	2-7
Información	2-9
• Piricularia	2-9
• Planta	2-11
• Resistencia	2-11
• Receptividad	2-12
• Agente patógeno	2-16
• Inóculo potencial	2-17
• Período latente	2-17
• Período infeccioso	2-17
• Medio ambiente	2-18
• Manejo	2-19
• Añublo de la vaina	2-22
• Planta	2-23
• Agente patógeno	2-25
• Medio ambiente	2-28
• Manejo y recomendaciones	2-28
• Manchado del grano	2-29
• Planta (resistencia y receptividad)	2-29
• Agente patógeno	2-29
• Medio ambiente	2-31
• Manejo y recomendaciones	2-32
Bibliografía	2-34

Práctica 2.1 Evaluación en el campo de la severidad de una enfermedad foliar (Piricularia).2-37

- Objetivo
- Recursos necesarios
- Instrucciones
- Hoja de trabajo
- Información de retorno

Práctica 2.2 Determinación de la velocidad de la propagación de una epidemia en el tiempo (Piricularia).2-43

- Objetivo
- Recursos necesarios
- Instrucciones
- Hoja de trabajo
- Información de retorno

Práctica 2.3 Identificación y evaluación del añublo de la vaina. .2-51

- Objetivo
- Recursos necesarios
- Instrucciones
- Hoja de trabajo
- Información de retorno

Ejercicio 2.1 Alternativas para el manejo del manchado del grano.2-59

- Objetivo
- Recursos necesarios
- Instrucciones
- Hoja de trabajo
- Información de retorno

Resumen de la Secuencia 22-63

Flujograma Secuencia 2

Manejo de las enfermedades de importancia económica en el cultivo del arroz

Objetivos

- Diferenciar, dentro del complejo de enfermedades del arroz, tres de importancia económica.
- Distinguir, mediante el diseño de una propuesta demostrativa, las relaciones existentes entre la resistencia y la receptividad de las variedades colombianas, en los diferentes estados de desarrollo del cultivo.
- Utilizar, mediante la elaboración de un sistema de pronóstico, los procesos del dinamismo del inóculo, como componentes para el manejo de las tres enfermedades de importancia económica en el cultivo.
- Analizar, mediante la planeación de un ejercicio demostrativo, la importancia de conocer las condiciones ambientales favorables para el manejo de las enfermedades de importancia económica en el cultivo.

Contenido

- Piricularia
- Añublo de la vaina
- Manchado del grano

Bibliografía

Práctica 2.1

Evaluación en el campo de la severidad de una enfermedad foliar (piricularia)

Práctica 2.2

Determinación de la velocidad de la propagación de una epidemia en el tiempo (piricularia)

Práctica 2.3

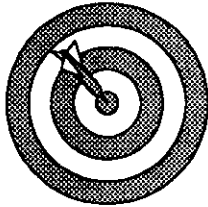
Identificación y evaluación del añublo de la vaina

Ejercicio 2.1

Alternativas para el manejo del manchado del grano

Resumen Secuencia 2

Objetivos



Al finalizar el estudio de la presente secuencia los participantes estarán en capacidad de:

- ✓ Diferenciar en un cultivo, dentro del complejo de enfermedades del arroz, tres de importancia económica.
- ✓ Distinguir, mediante el diseño de una propuesta demostrativa, las relaciones existentes entre la resistencia y la receptividad de las variedades colombianas, en los diferentes estados de desarrollo del cultivo.
- ✓ Utilizar, mediante la elaboración de un sistema de pronóstico, los procesos de la dinámica del inóculo, como componentes para el manejo de las tres enfermedades de importancia económica en el cultivo.
- ✓ Analizar, mediante la planeación de un ejercicio demostrativo, la importancia de conocer las condiciones ambientales favorables para el manejo de las enfermedades de importancia económica en el cultivo.

Piricularia

La piricularia es una enfermedad fungosa causada por *Pyricularia grisea* Sacc. (*P. oryzae* Cav.), un Hyphomicete de la familia Dematiaceae que infecta las semillas, las hojas, los nudos y las inflorescencias. Se presenta prácticamente en cualquier región donde se cultiva arroz en grande escala y se adapta a los más diversos agroecosistemas. Según los registros llevados por The Commonwealth Mycological Institute, hasta 1981 la enfermedad había sido reportada en 85 países tanto del área tropical como de la templada, incluyendo los más secos y calurosos ecosistemas donde se puede sembrar arroz.

El hongo produce lesiones en las hojas, los nudos, las diferentes partes de la panícula, los granos y menos frecuentemente en la vaina de la hoja.

Las lesiones en la hoja son típicamente elípticas, el centro de la lesión comúnmente es gris o blanquecino y el margen es café o color ladrillo. Sin embargo, tanto la forma como el color de la lesión varían con las condiciones ambientales, la edad de la lesión y la susceptibilidad de la variedad de arroz. Al inicio las lesiones son pequeños puntos acuosos, blanquecinos, verde pálido o azulados, los cuales crecen rápidamente en variedades susceptibles cuando las condiciones de humedad lo permiten, o permanecen grisáceos por algún tiempo. En variedades susceptibles, cultivadas en ambientes de poca iluminación y alta humedad, las lesiones presentan un margen muy delgado de color café o amarillento. En las variedades resistentes usualmente las lesiones se reducen a un pequeño círculo café, o a puntos del tamaño de una cabeza de alfiler.

De acuerdo con su tamaño, forma y color, las lesiones en la hoja han sido clasificadas en diversos grados, que pueden ser utilizados para la evaluación de la resistencia de las variedades. Estos van desde 1 hasta 4 y corresponden al desarrollo de la lesión desde los pequeños puntos café (lesiones tipo 1), hasta la lesión elíptica (tipo 4). Al evaluar la enfermedad es útil referirse al tipo de lesión, además del área foliar afectada, especialmente cuando los niveles de severidad son bajos (Figura 2.1).

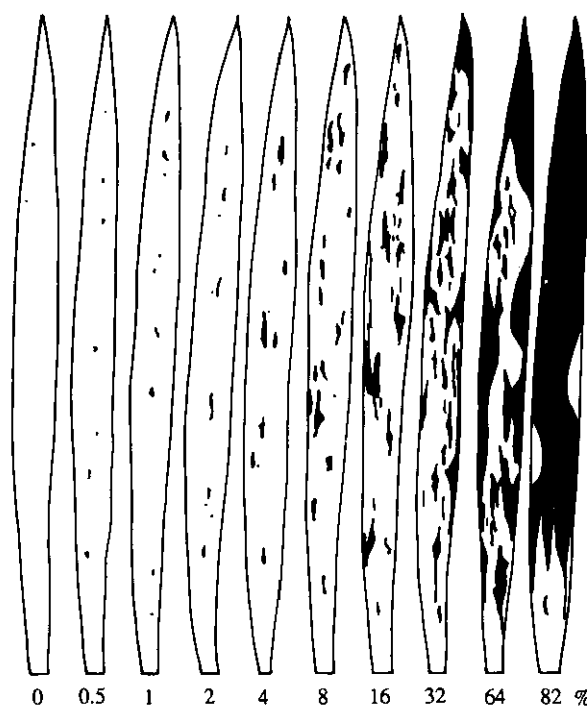


Figura 2.1. Tipos de lesiones y porcentaje de área foliar de arroz afectada por piricularia.

Las pérdidas causadas por la enfermedad dependen de la variedad sembrada, etapa de desarrollo del cultivo en que se presente y de otros factores. En regiones donde las condiciones son favorables, es frecuente observar cultivos de variedades susceptibles en la fase de plántula o macollamiento totalmente destruidos. Cuando la enfermedad no destruye totalmente el cultivo, es bastante difícil estimar las pérdidas ocasionadas por la piricularia en la hoja; éstas pueden traducirse en disminuciones en la producción hasta en un porcentaje aproximadamente similar al del área foliar afectada, dependiendo de la variedad en cuestión. Las pérdidas causadas por la piricularia en la panícula generalmente son altas y semejantes al nivel de incidencia alcanzado por la enfermedad. La severidad de la infección en la panícula generalmente está relacionada con el estado de desarrollo durante el cual se inició la infección y con la parte más afectada. Infecciones en el cuello de la panícula al momento de su emergencia son más severas que las otras.

La forma más efectiva y económica de controlar la piricularia ha sido la utilización de variedades resistentes. El control químico es efectivo pero costoso. Sin embargo, el uso de resistencia a la enfermedad no ha sido totalmente satisfactorio; las nuevas variedades han perdido la resistencia

en unos pocos años y en ocasiones en meses, después de haber sido liberadas para su utilización en siembras comerciales.

A pesar de los esfuerzos hechos para la obtención de variedades con resistencia durable, aún restan por resolverse muchos interrogantes para tener éxito en dicha empresa.

Planta

Resistencia

La resistencia de las plantas en cuanto a enfermedades se refiere, es la habilidad del huésped para entorpecer el desarrollo del agente patógeno. En otras palabras, es aquel mecanismo genético que permite a la planta retardar o detener la invasión de un patógeno potencial. Al igual que con otras enfermedades, muchos términos han sido utilizados para definir la resistencia a *P. grisea*; sin embargo, todos ellos tienen en común el que pueden ser agrupados en uno de dos grandes tipos: resistencia horizontal y resistencia vertical. En el Japón ha sido propuesto un tercer tipo de resistencia llamada resistencia de campo, definida como complementaria a la que han denominado “verdadera resistencia” y en ocasiones referida como resistencia horizontal. Pero, aunque se entiende como aquella resistencia que permanece una vez la “verdadera resistencia” ha sido determinada en el laboratorio y en el invernadero, el término es ambiguo y se presta a confusiones, por lo que debe evitarse.

Analizar la resistencia al hongo es tan complicado como analizar la virulencia de *P. grisea*, debido a la gran diversidad de fuentes de inóculo en el campo, a los diferentes niveles y tipos de resistencia de las variedades y a la influencia de los factores ambientales y fisiológicos en la expresión de la resistencia.

Los materiales de arroz mejorados en Colombia habían sido seleccionados generalmente por sus expresiones de resistencia vertical, esto es por su reacción hipersensible a la presencia o ausencia de la enfermedad. Se escogían para ser liberadas como variedades comerciales, aquellos materiales que no se infectaban cuando habían sido expuestos a poblaciones del agente patógeno en el campo. Los materiales que se infectaban eran descartados, razón por la cual una gran cantidad de líneas segregantes fue eliminada año tras año. El sistema utilizado fue altamente efectivo para el agricultor en el pasado, pero, a medida que transcurrió el tiempo, la resistencia así obtenida fue siendo cada vez menos durable y, con la eliminación de tanto material, las fuentes de resistencia se fueron reduciendo. La introducción de nuevas fuentes de resistencia ha sido considerada en el mejoramiento de las nuevas variedades de arroz

Oryzica Llanos 4 y Oryzica Llanos 5, las cuales fueron mejoradas con los criterios de regionalización de las variedades y la aceptación de niveles leves de la enfermedad al momento de ser liberadas. Sin embargo, metodologías confiables para la selección de materiales con resistencia durable, aún no han podido ser implementadas en los programas de mejoramiento en Colombia.

En los programas de mejoramiento del arroz en Colombia las variedades Tetep, C46-15, Tadukan y Colombia 1, eran hace muchos años las más comúnmente usadas como fuente de resistencia contra la piricularia. Observando el árbol genealógico de las variedades comerciales puede verse claramente cómo éstas tienen en común entre sus ancestros las citadas variedades. Tetep es común para Oryzica 1, Oryzica 3 y CICA 8 en la línea masculina. Tadukan y Colombia 1 aparecen como fuentes de resistencia para Oryzica 1 y Oryzica 3, en la línea femenina. Oryzica 1 y Oryzica 3 tienen en común también a CICA 7 y ésta fue desarrollada a partir de CICA 4 que, entre otras, es ascendiente femenino de CICA 8. Así pues, las variedades comerciales en Colombia eran genéticamente semejantes en lo referente a la resistencia a la piricularia y su composición en cuanto a fuentes de resistencia era reducida (Figura 2.2).

Lo anterior explica en parte el porqué alrededor del 66% de las variedades liberadas en Colombia fueron retiradas del cultivo unos años más tarde de haberse popularizado entre los agricultores, debido a su susceptibilidad a la piricularia (Cuadro 2.1).

Receptividad

La resistencia genética, el órgano involucrado, el estado de desarrollo, la edad de la planta, las condiciones ambientales y las prácticas culturales pueden incidir en la receptividad del arroz a *P. grisea*.

Las plantas de arroz son receptivas a la enfermedad desde la germinación hasta el máximo macollamiento y desde la emergencia de la panícula hasta la maduración.

Aun durante las etapas de desarrollo vegetativo, las variedades reaccionan en forma diferente a la presencia de inóculo en condiciones ambientales semejantes.

Para las condiciones y la época en que se realizó el experimento representado en la Figura 2.3, mientras que la afección en las 4 hojas más jóvenes de la planta de Oryzica 1 alcanzó el máximo nivel (21%) a los 54 días después de la siembra (DDS), en Metica 1 ésta llegó a niveles de severidad mucho más altos (55%) a los 28 DDS; en tanto que en Cica 8 fue de 45% a los 49 DDS.

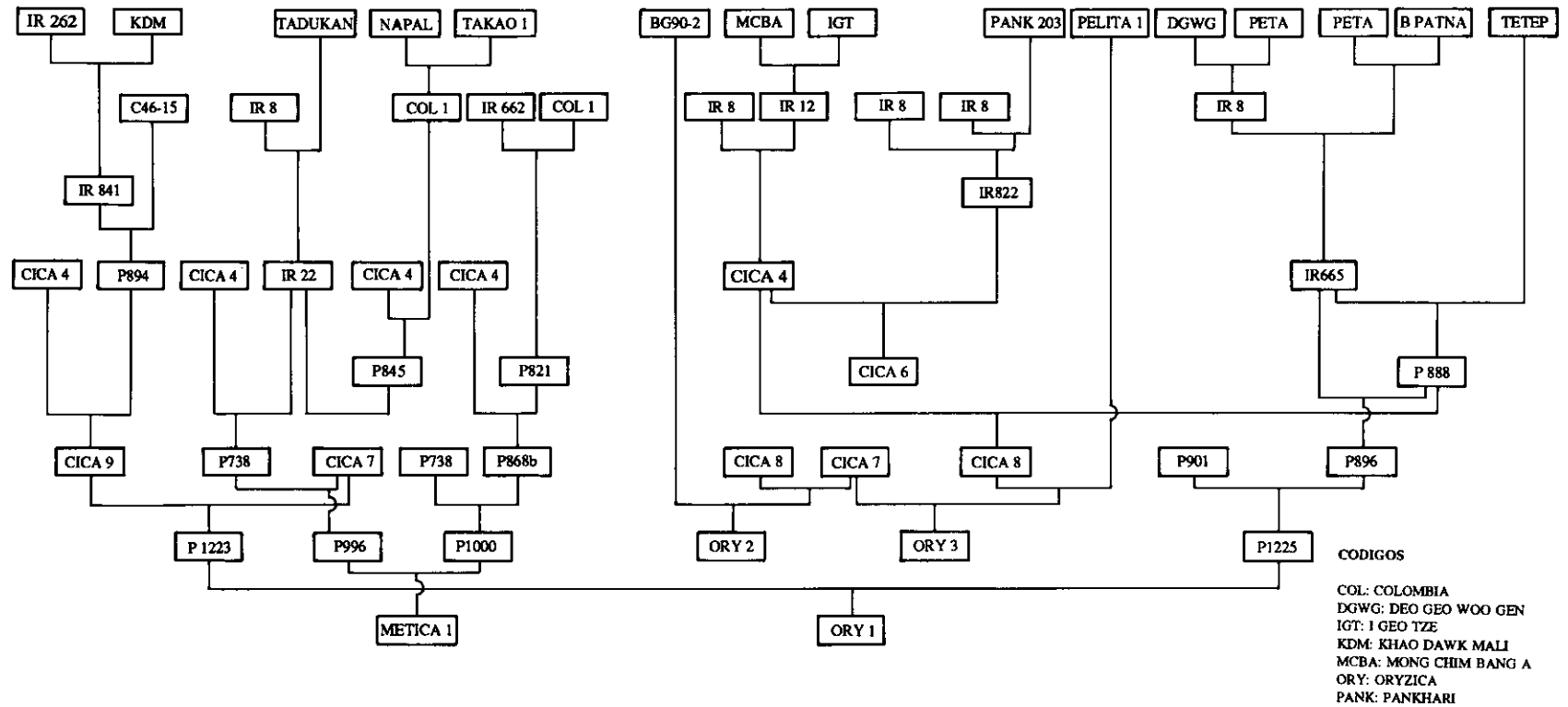


Figura 2.2. Arbol genealógico de las variedades comerciales de arroz en Colombia (Tapiero, 1991).

Cuadro 2.1. Porcentaje de área sembrada con las variedades de arroz cultivadas en Colombia, 1964-1988.

Variedades	1964	1968	1972	1976	1980	1984	1988	Limitaciones
Blue Bonnet	86.9	52.7	12.4	0.2	0.3			Sogata; hoja blanca
Tapuripa		42.0	0.2					Baja calidad industrial; añublo de la vaina
Belle Patna		3.5						
Rexoro	7.1	0.2						
Napal	5.1							Sogata; piricularia
IR-8		0.4	27.0	10.1				Baja calidad industrial Hoja blanca; piricularia
IR-22			30.2	27.8	18.5	14.0	3.1	Hoja blanca; piricularia
Cica 4			30.0	37.2	16.0	8.3	1.2	Piricularia
Cica 6				24.9	1.5			Piricularia
Cica 7					4.5	1.7		Piricularia
Cica 9					7.5	7.5		Piricularia
Cica 8					51.4	13.5	18.2	Piricularia; hoja blanca
Metica 1						9.4	0.5	Piricularia
Oryzica 1						45.6	61.2	Piricularia; escaldado; manchado del grano
Oryzica 2								Tardía; calidad
Oryzica 3							17.4	Piricularia

Tomado de: Tapiero 1987 y 1991

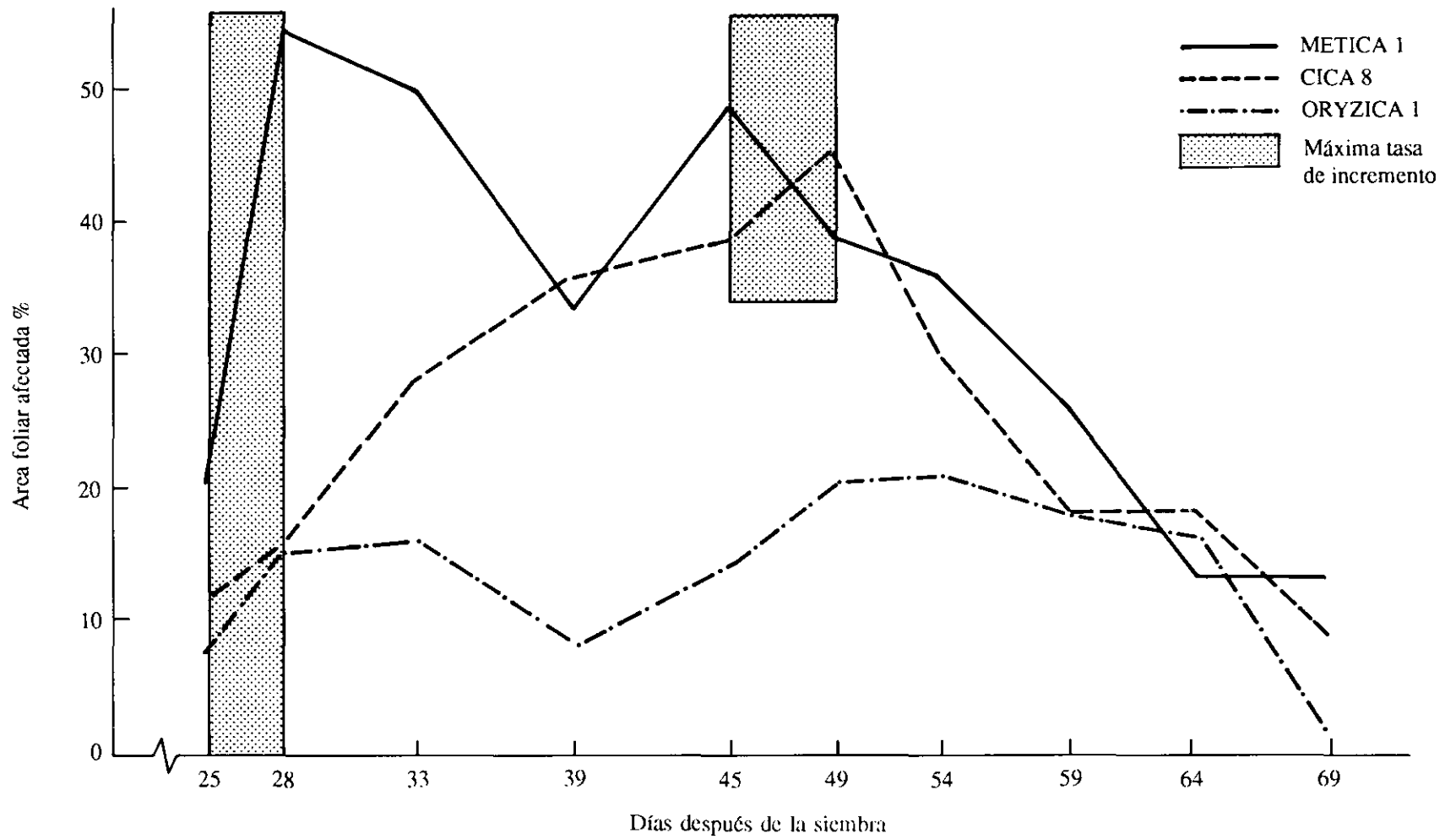


Figura 2.3. Afección causada por la piricularia en hojas jóvenes de tres variedades de arroz en surcos con 120 kg/ha de semilla. Sta. Rosa. Meta 1986 (Tapiero, 1987).

Las tasas de infección, que representan la velocidad a la cual se incrementa la enfermedad en el tiempo, también varían según el estado de desarrollo en que se encuentre cada variedad.

Al analizar la curva de progreso de la enfermedad durante el período vegetativo de Oryzica 1, Metica 1 y Cica 8, bajo la presión del inóculo, en condiciones de secano, en el Piedemonte Llanero en 1986, se observa que las tasas de infección fueron más elevadas en las 3 variedades al inicio del macollamiento; esto es, las pendientes de las curvas entre 25 y 28 DDS en Oryzica 1 y Metica 1, y entre 28 y 33 DDS en Cica 8 son positivas. Posteriormente, durante todo el macollamiento de las dos primeras variedades, las tasas de infección se asemejaron a las del crecimiento vegetativo. Sus curvas tienen pendientes negativas entre 28 y 49 DDS o son menores que las del período anterior. Mientras que en Cica 8 la enfermedad mantuvo tasas de infección positivas, superiores a las del crecimiento del área foliar durante el mismo período.

Las diferencias observadas entre las tasas de infección de Metica 1 y de Oryzica 1 con las de CICA 8, entre el inicio y el máximo macollamiento, están sustentadas en la duración del período vegetativo de CICA 8, más largo que el de las otras dos variedades.

El final del estado de plántula y el inicio del macollamiento son los períodos de mayor riesgo de crecimiento de la infección para estas 3 variedades. Durante dichos estados de desarrollo la enfermedad, una vez se ha establecido, adquiere mayor velocidad. La protección de las plantas durante los períodos previos a estas etapas de desarrollo, cuando hay riesgo de infección, se traduciría en una menor posibilidad de incremento de la enfermedad, cuando ésta puede avanzar más.

Durante la fase de maduración de la planta, la piricularia tiene mayores tasas de infección entre los estados lechoso a pastoso en la mayoría de las variedades. Sin embargo, las observaciones de altos niveles de severidad de la infección en el cuello de la panícula sugieren que la infección ha ocurrido durante la floración. Variedades susceptibles, como Oryzica 3, habría que protegerlas al momento de la emergencia de la panícula, al ser sembradas en áreas donde exista riesgo de infección.

Agente patógeno

Pyricularia oryzae Cav. es el nombre más ampliamente usado para denominar el agente causante de la enfermedad. Sin embargo, Rossman *et al.*, (1990) sugirieron a *Pyricularia grisea* Sacc. como su nombre correcto. Sus unidades de diseminación son las conidias, de tamaño variable pero generalmente piriformes y con tres septas.

En presencia de agua líquida, las conidias germinan principalmente por su célula apical, seguida por la basal, o menos frecuentemente por la media. La viabilidad de las conidias es alta y la germinación ocurre en poco tiempo (1-2 h), a temperaturas entre 25-28°C.

La temperatura óptima para el crecimiento micelial es de 28°C. En el campo la liberación de conidias ocurre principalmente en la noche.

Inóculo potencial

En una lesión típica de la piricularia el hongo puede producir de 3.000 a 6.000 conidias en promedio durante su período infeccioso. Aunque la germinación es bastante alta y en casi el 100% de las conidias ha germinado por lo menos una de sus células dos horas después de haber sido liberadas del conidióforo, su capacidad para infectar generalmente es baja y está asociada a la constitución genética de la variedad de donde se obtenga el aislamiento, por lo que algunos aislamientos serán más eficientes que otros.

Período latente

Una vez que las conidias han germinado, la enfermedad tarda en infectar y en manifestarse sus síntomas unos 5-6 días. No es muy clara la relación existente entre la duración del período latente y la resistencia a la enfermedad. Castaño (1985) encontró una alta correlación positiva entre la duración del período latente y la susceptibilidad de la variedad a diferentes fuentes de inóculo. El tiempo transcurrido entre la inoculación y la manifestación de los síntomas con varios aislamientos fue más largo en las variedades clasificadas como resistentes que en las susceptibles a tales aislamientos; pero esto no ha sido muy claro en otros experimentos, debido básicamente a la dificultad para determinar con exactitud la duración del período latente.

Período infeccioso

Una vez el hongo inicia la esporulación en las lesiones, la producción de conidias puede durar más de quince días. En las lesiones en variedades susceptibles se producen relativamente más conidias que en las lesiones en variedades resistentes. Aunque para una determinación más precisa habría necesidad de contabilizar la esporulación en un número mayor de lesiones, los datos registrados en el Cuadro 2.2 dan una idea de la capacidad de esporulación del hongo en lesiones en variedades cultivadas en Colombia.

Cuadro 2.2. Número total de conidias producidas por lesiones en hojas de ocho variedades cultivadas en Colombia (en centenares).

Variedades	Días después de la inoculación					Total
	9	12	15	18	21	
Oryzica 3	26	63	22	18	3	132
Oryzica 2	25	18	16	4	4	67
Oryzica 1	125	76	144	12	5	362
Metica 1	138	23	24	27	24	236
Cica 4	31	99	39	52	9	230
IR 22	41	61	31	5	2	140
IR 8	52	20	25	5	2	104
Fanny	168	131	55	143	6	503

Datos basados en 3 lesiones por variedad (Tapiero, 1991).

Medio ambiente

Las plántulas de arroz son más susceptibles a la enfermedad cuando han sido mantenidas entre 18 y 20°C antes de la inoculación, y adquieren cierta resistencia entre 25 y 28°C, pero son menos resistentes si la temperatura sube a 30°C. En los períodos reproductores las plantas son más resistentes a las infecciones en el cuello de la panícula a temperaturas entre 24 y 29°C que entre 18 y 24°C. Sin embargo, cuando el agua de riego del cultivo tiene temperatura baja, las plantas son más susceptibles a la enfermedad, dependiendo en todos los casos de la variedad sembrada (Ou, 1985).

La humedad relativa alta es especialmente importante para el desarrollo de la enfermedad, y la formación de rocío es esencial, en particular, para el establecimiento de la infección. El sombrero y la nubosidad favorecen el crecimiento de las lesiones.

Condiciones del cultivo tales como: mayor densidad de plantas, exceso de fertilización nitrogenada, infestación de malezas y, en general, todos aquellos factores que contribuyen al incremento de la humedad relativa y a la formación de rocío favorecen el desarrollo de la enfermedad. Por el contrario, los factores que inducen la reducción de la humedad relativa y de la formación de rocío, o el aumento de la concentración de silicatos en la planta, lo retardan.

En el transcurso de toda la secuencia se han presentado alternativas de manejo en cada uno de los pasos; sin embargo, adicionalmente se describe a continuación un modelo específico para el Piedemonte Llanero, región especialmente favorable para el desarrollo de la enfermedad.

Al tratar la semilla de dos variedades susceptibles con productos específicos contra la piricularia, como el Tricyclazole en dosis de 1 a 12 g de i.a., o el Piroquilone a razón de 4.0 g de i.a. por kg de semilla, se provoca una modificación sustancial en las curvas de progreso de la enfermedad. El inicio de la infección se traslada una o dos semanas dentro del estado de macollamiento, cuando las tasas de infección son más bajas porque la planta aumenta su capacidad de defensa. El nivel de la enfermedad es menor para cuando las tasas de infección se recuperan, durante el máximo macollamiento, produciendo como resultado un menor incremento en el grado de afección. El testigo, o el tratamiento que utiliza un producto no adecuado para esta práctica, presentan un mayor nivel de afección (Figuras 2.4 y 2.5).

Los tratamientos con un producto sistémico específico contra la piricularia, reducen la frecuencia de la incidencia de la enfermedad cuando se aplican entre la emergencia de la panícula y el estado lechoso del grano a variedades susceptibles, sembradas en regiones y en épocas de alto riesgo de infección. Una segunda aplicación con fungicidas protectantes, siete ó quince días después de la anterior, tiene efectos positivos en la reducción de la incidencia de la enfermedad en los estados de madurez fisiológica de la planta (Cuadro 2.3). La utilización de productos protectantes después de la aplicación del sistémico a la emergencia de la panícula, parece necesario para el manejo de la enfermedad, cuando se presenta o subsiste el riesgo de su presencia en estados posteriores al de grano pastoso. En algunos casos bastará con una aplicación, pero en otros habrá que recurrir a más; la determinación sobre su conveniencia debe basarse en su utilidad, tanto biológica como económica, lo cual depende de la variedad, del nivel de incidencia, del estado del cultivo y de las condiciones ambientales esperadas para la época.

En síntesis, para un manejo eficiente de la enfermedad hay que mantener su severidad por debajo de 5% del área foliar afectada en estado de plántula, inferior a 20% de área foliar afectada entre el inicio y el máximo macollamiento y con poca o ninguna incidencia durante el estado lechoso-pastoso del grano. Según la resistencia de la variedad, la época y la región donde se siembre, habrá que utilizar fungicidas sistémicos o protectantes, para los tratamientos. La utilización de variedades resistentes siempre es en todos los casos lo más indicado.

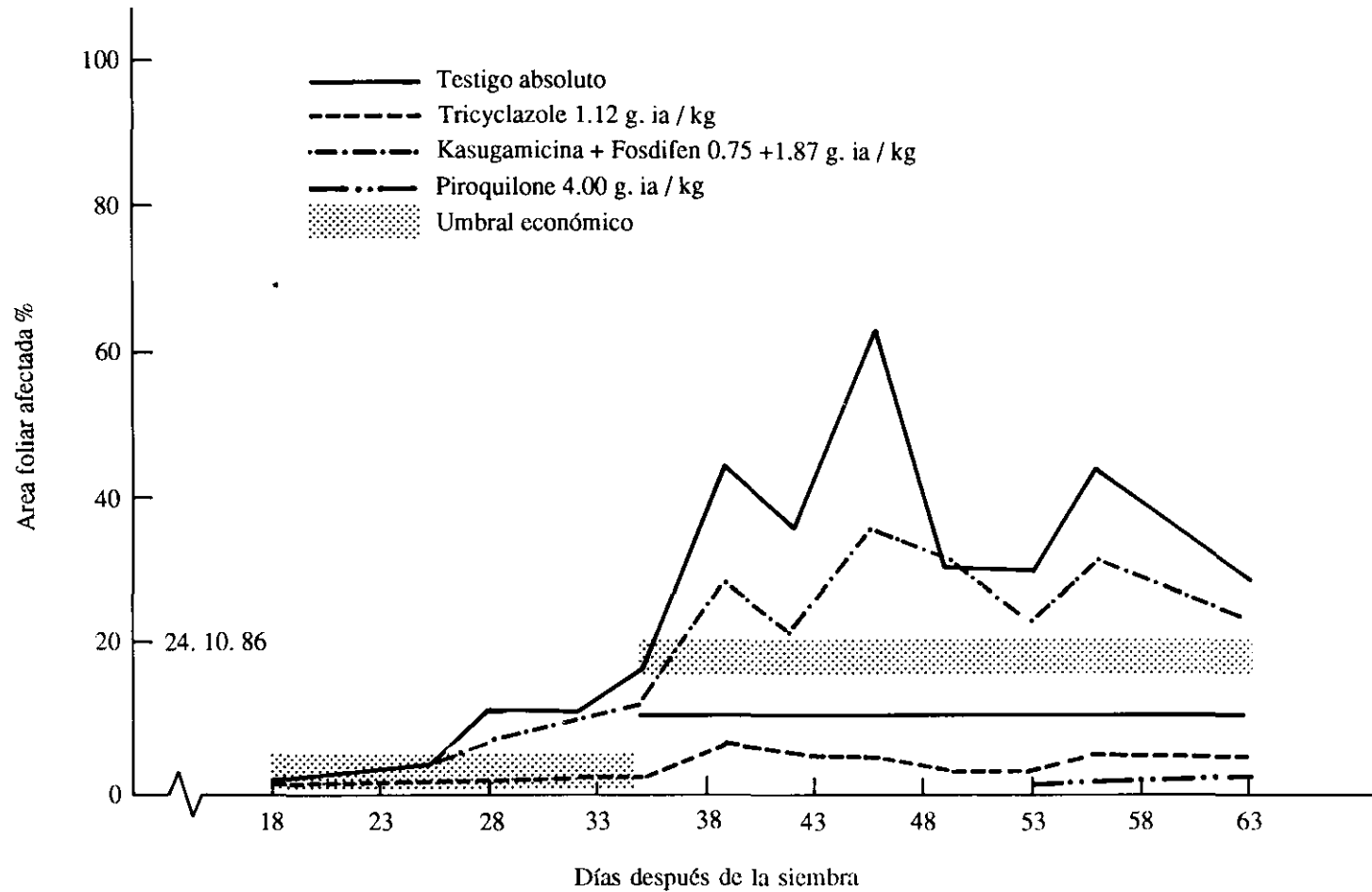


Figura 2.4. Afección causada por la piricularia en Oryzica 1 con diferentes tratamientos a la semilla. La Libertad 1986 (Tapiero, 1987).

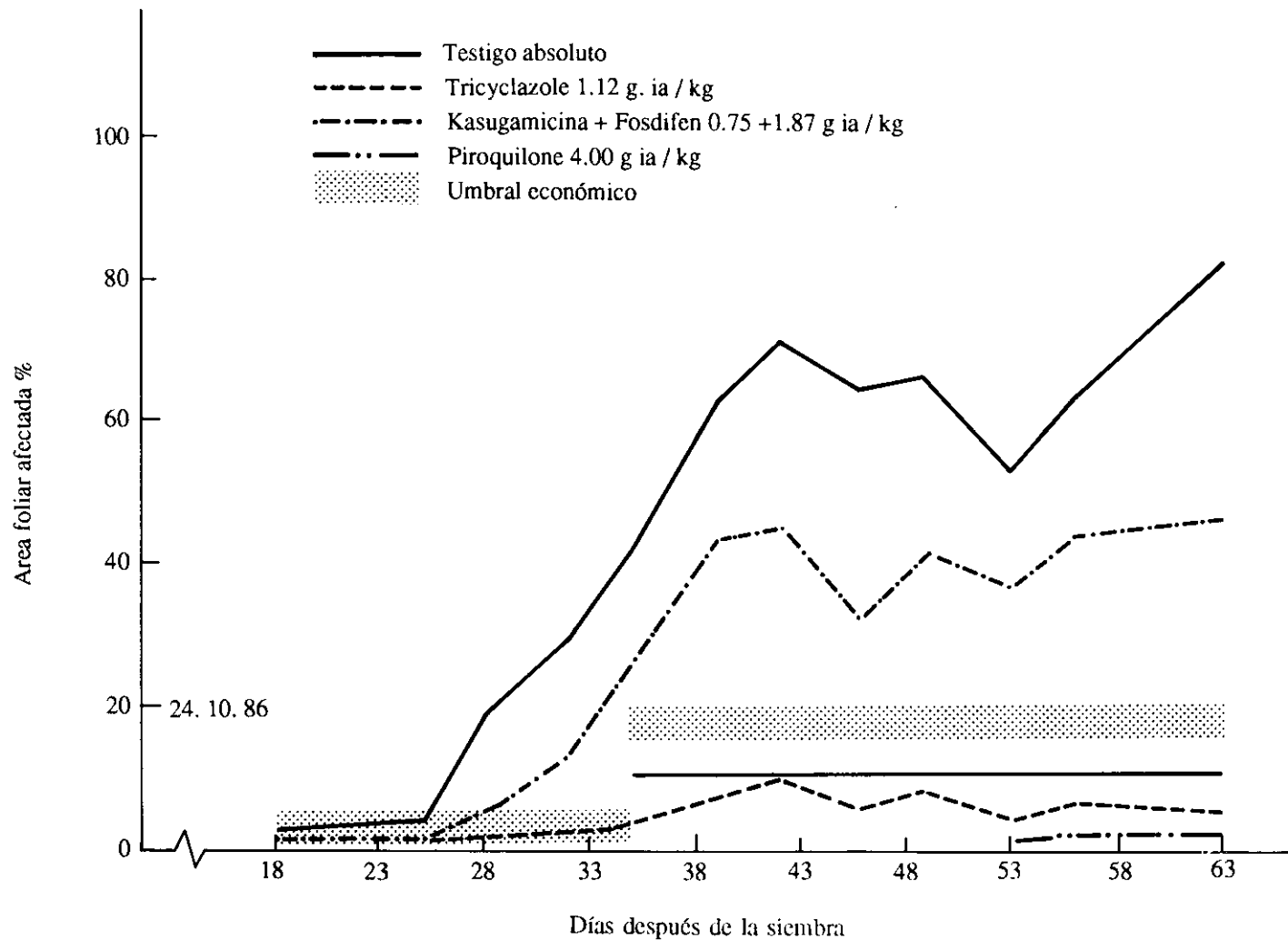


Figura 2.5. Afeción causada por la piricularia en Metica 1 con diferentes tratamientos a la semilla. La Libertad, 1986 (Tapiero, 1987).

Cuadro 2.3. Frecuencia (en porcentaje) de pircularia en la panícula en dos variedades de arroz con diferentes tratamientos, Santa Rosa, Meta. 1992 (Anibal Tapiero, comunicación personal).

Variedades/tratamientos ^{1/}	Días después de siembra		
	102	117	131
ORYZICA 1			
Testigo absoluto	31	58	
Emergencia de la panícula	34	35	
Emergencia de la panícula y grano lechoso	33	32	
Emergencia, lechoso y pastoso	33	34	
CICA 8			
Testigo absoluto		40	61
Emergencia de la panícula		38	46
Emergencia de la panícula y grano lechoso		22	27
Emergencia, lechoso y pastoso		20	21

^{1/} Tratamientos con trizclazole a la emergencia de la panícula y de los edifenphos en los estados subsiguientes, en dosis comerciales.

Añublo de la vaina

Es una enfermedad causada por el hongo *Rhizoctonia solani* Kühn, que ocasiona daños en las vainas, hojas y tallos, e induce pérdidas en la producción de arroz en Colombia.

Desde su aparición en el Japón (1910), se ha diseminado por muchos otros países (Fleet & Rush, 1983), habiendo llegado a convertirse en la segunda enfermedad de importancia después de la pircularia en el lejano oriente.

Por algún tiempo se consideró que su diseminación estaba restringida a las regiones asiáticas, pero posteriormente fue reportada en el Brasil, Surinam, Venezuela y Madagascar. En Estados Unidos fue reportada como mancha de la vaina en 1938 y hoy es la enfermedad del arroz más importante en los cultivos de ese país.

La disminución estimada de los rendimientos causada por la presencia de la enfermedad en la hoja bandera ha sido calculada en un 20%. En general existe una relación proporcional entre la severidad de la enfermedad y las pérdidas del cultivo (Ou, 1985). En ataques severos, cuando todas las vainas y láminas foliares se encuentran enteramente

infectadas, las pérdidas en el rendimiento se estiman entre 30 y 40% (Kosaca, 1970). Hori (1981) señala la reducción en el peso de los granos como el factor más importante de las pérdidas en rendimiento causadas por el añublo.

En Colombia la enfermedad ha sido reportada induciendo pérdidas hasta del 50% en Oryzica 1. Se considera que está diseminada en extensas áreas de los Valles Interandinos y en algunas del Piedemonte Llanero y la Costa. Las variedades colombianas de porte bajo, alto macollamiento y exigentes en nitrógeno, en general son susceptibles a la enfermedad.

En los Valles Interandinos se han observado reducciones en el peso total, el número de granos y el número de granos llenos por panícula, según la severidad de la enfermedad. En casos donde la severidad alcanzó niveles de grado 9 en la escala de evaluación de 0 - 9, las pérdidas en rendimiento se estimaron entre 21 y 35%.

Los síntomas se observan inicialmente sobre las vainas y luego en las hojas de la base del tallo. Las lesiones son ovoides o elipsoides, irregulares, verdes grisáceas, de 1-3 cm y se transforman en lesiones más grandes, de forma elíptica a rectangular, de color marrón claro a oscuro, o blanco grisáceo a rosado pálido, rodeadas de márgenes delgadas de color oscuro (Farah e Iwasawa, 1988).

Las vainas afectadas por el hongo mueren de abajo hacia arriba. Cuando el agente patógeno forma micelio dentro de las vainas, éste invade también los tallos, los cuales manifiestan síntomas similares a los de las vainas. Los tallos invadidos se parten fácilmente, favoreciendo el volcamiento, la maduración precoz y el desgrane, y afectan la calidad del grano (Farah e Iwasawa, 1988a).

En el campo la enfermedad generalmente se observa afectando plantas en focos relativamente circulares.

Planta

En el mundo más de 20.000 accesiones y líneas de arroz han sido evaluadas por su resistencia al añublo del arroz, sin que hasta el momento haya sido posible determinar fuentes de resistencia para ser introducidas en los programas de mejoramiento. En general, las variedades japónicas han resultado ser más susceptibles que las variedades de tipo índica. Variedades de porte alto, escaso macollamiento, que responden poco a la adición de nitrógeno, son más resistentes al añublo. Esta resistencia tiene más relación con la receptividad de las plantas que con su composición genética.

Las plantas son más receptivas a la enfermedad entre el máximo macollamiento y la maduración del grano. Durante la fase vegetativa el micelio formado luego de la germinación de los esclerocios encuentra una barrera para su crecimiento entre las vainas, ya que éstas envuelven estrechamente al tallo. Después del máximo macollamiento las vainas aflojan el tallo, facilitando así el desarrollo y penetración del micelio (Figura 2.6). Durante el estado de plántula, el hongo también puede afectar al cultivo causando “damping off” o marchitamiento en las plántulas.

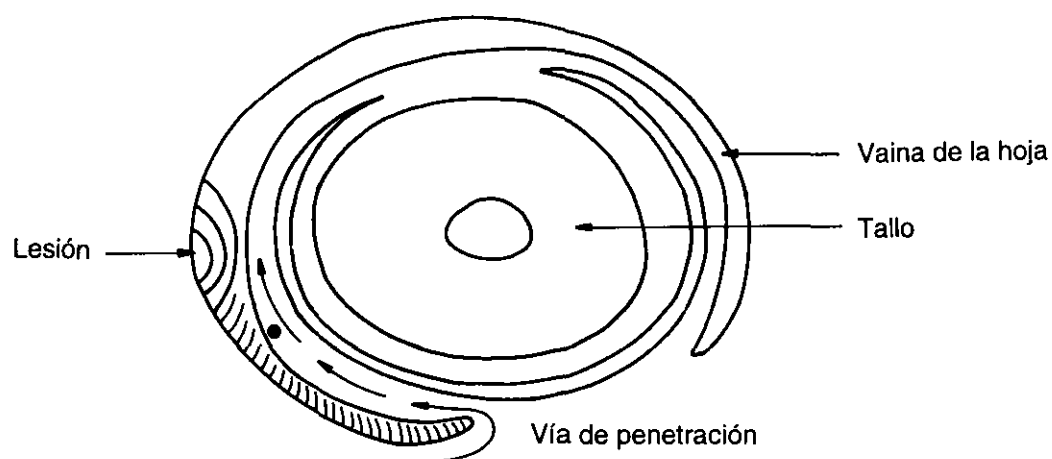


Figura 2.6. Penetración del micelio al interior de las vainas de la planta de arroz

Todas las variedades de arroz en Colombia son susceptibles al añublo, aunque entre ellas pueden observarse algunas diferencias respecto a la severidad y al nivel de pérdidas.

Las variedades enanas mejoradas, con abundante macollamiento, usualmente son más resistentes al volcamiento, aunque se utilicen dosis altas de fertilización con nitrógeno. Sin embargo, en estas variedades los tercios superiores del follaje pueden ser rápidamente invadidos por el agente patógeno, cuyo micelio crece tanto en sentido vertical como horizontal dentro del cultivo (Figura 2.7).

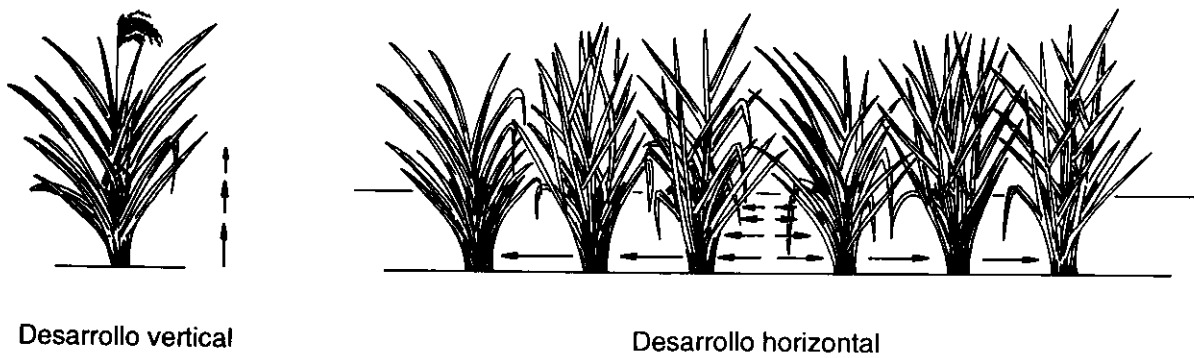


Figura 2.7. Dirección de la propagación de la enfermedad en el cultivo.

Con luz baja y humedad y temperatura altas, el crecimiento horizontal del micelio es rápido. El desarrollo vertical ocurre principalmente hacia la fase final del período vegetativo y durante la fase reproductiva, cuando el follaje del cultivo cubre la entrada de la luz, provocando un aumento de la temperatura y de la humedad relativa en su interior.

Agente patógeno

El añublo de la vaina es causado por *Rhizoctonia solani* Kühn, hongo perteneciente al orden Agonomycetes (*micelia sterilia*), con estado perfecto *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk.

La literatura reporta la existencia de 7 tipos culturales y 6 razas fisiológicas del hongo, entre las cuales existe una alta afinidad. Muchos aislamientos de *Rhizoctonia solani* provenientes de otros cultivos han establecido relación de patogenicidad con la planta de arroz (Ou, 1985).

Hashioka y Mákino, mencionados por Ou (1985), han reportado síntomas similares a los del añublo de la vaina en arroz causados por *Corticium sasaki*, *C. microsclerotia*, *C. rolfsii*, *C. gramineum*, *C. solani*,

Rhizoctonia oryzae y *R. zeae*.

Este agente patógeno es habitante natural del suelo, donde mediante la producción de estructuras de resistencia llamadas esclerocios puede sobrevivir por largo tiempo. Aun en suelos secos se han encontrado esclerocios viables después de 21 meses de estar sin cultivo (Ou, 1985).

El rango de hospedantes es bastante amplio; se ha encontrado que el hongo afecta 188 especies de 32 familias en las zonas arroceras, principalmente gramíneas, leguminosas, ciperáceas y cucurbitáceas.

Los esclerocios actúan como fuente de inóculo entre siembra y siembra. Al final de la cosecha los esclerocios formados permanecen en el suelo, en residuos del cultivo y en las malezas; con la preparación del suelo para la siguiente cosecha éstos son incorporados al suelo y algunos se dispersan con el agua de riego hacia otros lotes (Figura 2.8).

Los esclerocios que flotan sobre la superficie del agua son transportados hasta establecer contacto con una planta de arroz, donde pueden germinar e iniciar el proceso de infección produciendo los apresorios que infectan el tejido y abundante micelio.

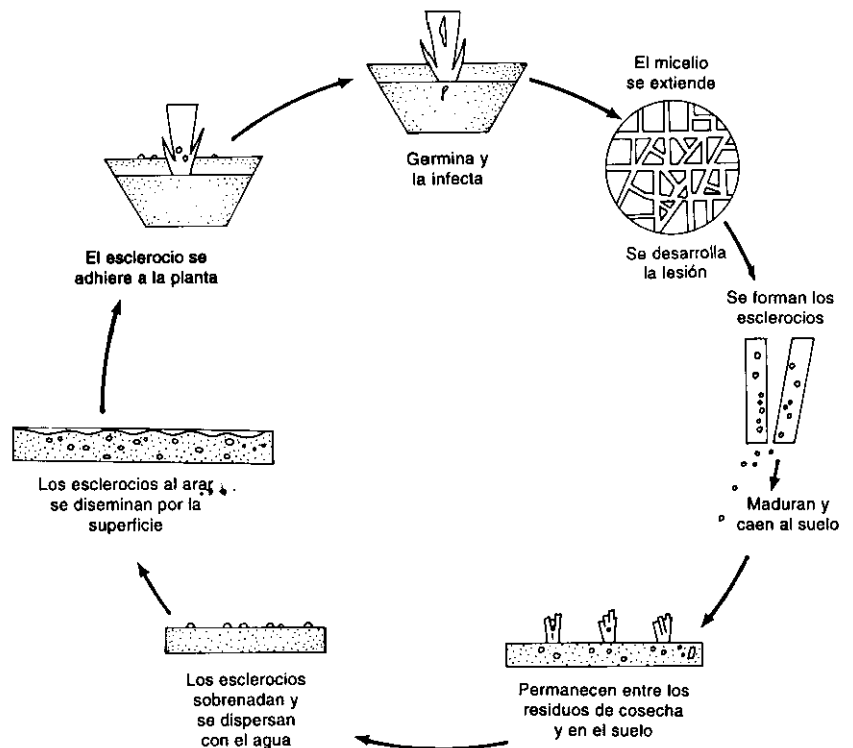


Figura 2.8. Ciclo de vida del agente patógeno del añublo de la vaina.

La intensidad de la infección primaria está estrechamente ligada al número de esclerocios en contacto con la planta, pero el desarrollo subsiguiente de la enfermedad depende más de las condiciones ambientales y de la susceptibilidad del huésped. El micelio crece dentro de los tejidos produciendo lesiones en forma ascendente, en ocasiones sin conexión aparente.

La escala más utilizada para evaluar la severidad de la enfermedad en la planta durante el estado reproductor y estimar pérdidas en el cultivo, se esquematiza en la Figura 2.9. El porcentaje de severidad se determina 20 días después de la floración, contando el número de plantas infectadas hasta la altura que representa cada grado en una muestra, multiplicando este número por el factor correspondiente a cada grado y sumando cada resultado para obtener un total que, a su vez, se divide por el número total de plantas en la muestra:

$$\text{Severidad (\%)} = \frac{0(N0) + 1(N1) + 3(N3) + 11(N5) + 23(N7) + 45(N9)}{\text{No. total de plantas evaluadas}}$$

donde N = número de plantas encontradas por grado.

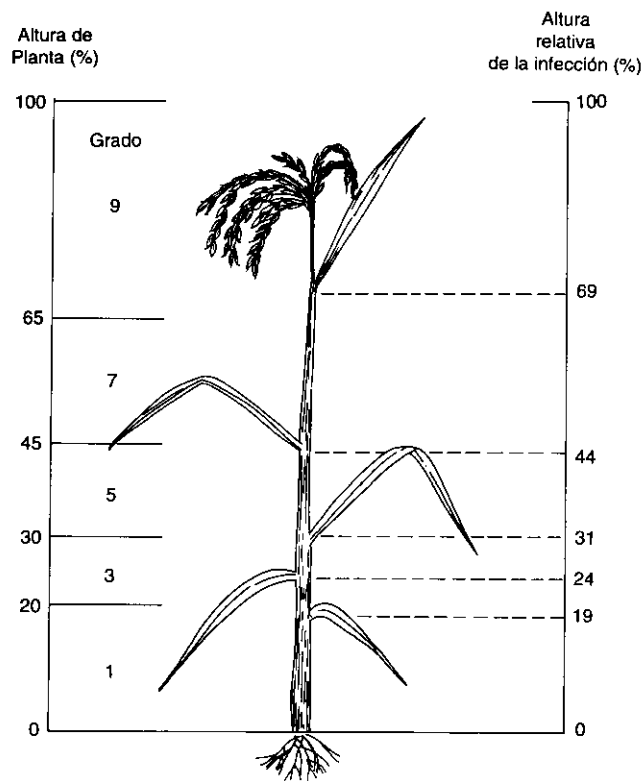


Figura 2.9. Escala para evaluar la severidad de la infección y estimar las pérdidas en el cultivo causadas por el añublo de la vaina, IRRN, 1986.

El resultado que se obtenga representará el porcentaje de pérdidas esperado por la presencia de la enfermedad.

Medio ambiente

Temperatura entre 30 - 32°C y humedad relativa superior al 96% son óptimas para el desarrollo de la enfermedad. Temperaturas superiores a este rango (32 - 35°C) aún son favorables.

Cuando aparezcan síntomas de la enfermedad en el tercio superior de las plantas después del máximo macollamiento, en regiones con riesgo de infección y en condiciones ambientales favorables para el agente patógeno, se debe realizar un seguimiento regular del cultivo, para determinar la necesidad de utilizar fungicidas para su control.

En los cultivos de arroz riego con lámina permanente, la incidencia de la enfermedad puede ser mayor que cuando el riego se efectúa con base en mojes de renovación.

Manejo y recomendaciones

Además de las consideraciones mencionadas anteriormente, la destrucción de socas o residuos de cosecha, la adecuada preparación del suelo, la selección de variedades adaptadas al agroecosistema, la utilización de semilla certificada, la siembra con densidades adecuadas para la variedad y la región, la fertilización apropiada y el manejo del riego con láminas de agua de menos de 5 cm y preferiblemente con mojes de renovación, son prácticas que también contribuyen a disminuir la incidencia de la enfermedad.

Cuando la densidad de siembra y la fertilización nitrogenada son superiores a los niveles apropiados para la variedad en la zona, se induce el aumento de la parte vegetativa de las plantas, con lo que aumenta el sombrero y la humedad relativa, todo lo cual favorece el desarrollo del micelio del hongo. En suelos muy contaminados es necesario realizar prácticas de destrucción de esclerocios, como quemas del material vegetal después de la cosecha, inundación sin siembras por algún período y rotación de cultivos.

La utilización de control biológico, basado en el antagonismo entre algunos hongos y el agente causante, ha sido investigado. Suspensiones de *Trichoderma* spp. y *Gliocladium virens* en salvado de maíz, resultaron eficientes para la reducción de *R. solani* durante su fase saprofitica, disminuir la incidencia de la enfermedad y estimular el crecimiento de los hongos antagónicos en el suelo (Lewis & Papavizas, 1991). La introducción de esta técnica a nivel comercial en arroz aún está por desarrollar, pero las expectativas son bastante promisorias.

Manchado del grano

El manchado de grano es una enfermedad causada por un complejo de hongos, bacterias y factores nutricionales y climáticos, que ocasiona disminución en el rendimiento y reduce la calidad del grano y de la semilla.

El daño causado por el manchado del grano puede variar desde la formación de una pequeña lesión café o negra, hasta lesiones más grandes diseminadas por toda la gluma, que afectan el endospermo y el embrión de la semilla. La severidad de la infección está relacionada con el agente patógeno o factor involucrado en mayor proporción como agente causante. Coincidiendo con niveles de severidad altos se ha observado una disminución en el peso del grano y pérdidas en el rendimiento hasta de un 16%. Cuando el grano se infecta, la reducción en el peso puede ser entre un 5 y un 29% (Basr *et al.*, 1975). En Karnataka (India) el máximo daño de la cosecha en la variedad Jaya (una variedad susceptible) fue superior al 41.45% (Kulkarni, 1980). En Markassa (Sierra Leone), ataques severos en materiales susceptibles provocaron hasta un 50% de pérdidas en el rendimiento (Raymunda y Fomba, 1979).

El manchado del grano también reduce la germinación. Castaño (1985), observó una disminución en la germinación en un rango que varía entre 26 y 41%.

Planta (resistencia y receptividad)

Las variedades de arroz tienen diferente susceptibilidad al manchado del grano. Oryzica 1, Oryzica 2, Metica 1, Metica 2, Cica 8 (esta última asociada a la incidencia de hoja blanca) y Oryzica Llanos 5 son susceptibles; Oryzica 3, IR-22 y CICA 4 son variedades moderadamente resistentes a la enfermedad.

Fazli y Schroeder, citados por Ou (1985), encontraron que los granos de arroz mostraron mayor receptividad durante los estados de floración y lechoso. Castaño (1985a) al hacer inoculaciones con *Bipolaris oryzae* (*Helminthosporium oryzae*) durante el estado de floración, observó mayor severidad que cuando éstas se realizaron durante los estados lechoso y pastoso.

Agente patógeno

La enfermedad ha sido asociada a varios organismos fungosos, entre los que predominan: *Bipolaris oryzae* (*Helminthosporium oryzae*), *Curvularia lunata*, *Helminthosporium sigmoideum* y *Alternaria* sp. como también otros agentes patógenos, tales como: *Pyricularia grisea*, *Gerlachia oryzae*, (*Rhynchosporium oryzae*), *Cercospora oryzae* y *Ophiobolus oryzinus*; y además: *Cochliobolus miyabeanus*, *Drechslera*

oryzae, *Trichoconis padwickii*, *Giberella zeae*, *Neovossia horrida*, *Pseudomonas itoana*, *P. fuscovaginae*, *P. syringae* pv. *oryzicola*, *P. glumae*, *P. avenae*, *Nigrospora* spp., *Ustilaginoidea virens*, *Gibberella fujikuroi*, *Gibberella rosea* f. *cerealis*, *Epicoccum* spp., *Phyllosticta glumarum*, *Helioceras oryzae*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium semitectum*, *Sarocladium oryzae*, *Helminthosporium sativum*, *Diplodiella oryzae*, *Cephalosporium* sp., *Phoma sorghina* y *Chaetomium* sp. (Acosta y Contreras, 1987).

Bipolarias oryzae ha sido consistentemente el hongo que con más frecuencia ha sido aislado de granos manchados. En evaluaciones hechas en Colombia el porcentaje de *B. oryzae* aislado osciló entre 17 y 83%, mientras que de *Gerlachia oryzae* fue entre 1 y 8%, de *Phyllosticta* sp. de 1 a 16%, y de *Alternaria padwickii* y *Curvularia* spp. entre 1 y 3% (Castaño, 1985).

Las fuentes de inóculo pueden ser suelos con material vegetal infectado, partes de la planta como hojas, glumas y semillas contaminadas, residuos de cosecha o huéspedes colaterales, como *Leersia hexandra*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria sanguinalis*, *Eleusine indica*, *Echinochloa colona* y otras especies de pastos.

El porcentaje de germinación de la conidia de *B. oryzae* en la superficie de las hojas no tiene relación con la susceptibilidad de la variedad. El proceso de infección primaria y la formación de las lesiones consisten en: la germinación de la conidia, elongación del tubo germinativo, formación del apresorio, maduración del apresorio, ataque de las hifas a la laminilla media, invasión celular y desarrollo micelial en las células. En las glumas infectadas las manchas aparecen tres a cuatro días después de producirse la infección. Las conidias germinan por donde la pared celular es más delgada, generalmente emitiendo dos tubos germinales polares; también es posible la emisión de tubos germinativos en los segmentos intermedios. El tubo germinativo es cubierto por una sustancia mucilaginosa que se adhiere a la superficie de las hojas. En las plantas resistentes la elongación del tubo germinativo se incrementa marcadamente, y en las susceptibles el tubo germinativo es corto. La penetración también puede ocurrir a través de los estomas, sin la formación del apresorio.

El número de apresorios formados se correlaciona significativamente con el índice de severidad de la enfermedad en el huésped. El crecimiento hifal tiene correlación significativa con el número de apresorios producidos y con el índice de severidad en el huésped. La infección en los granos puede suceder a través de pequeños vellos, por donde el hongo penetra al interior de las células epidermales.

Se supone que por parte del agente patógeno hay una liberación pasiva de conidias, al no existir un mecanismo esencial para liberar las producidas externamente en los conidioforos; simplemente se desprenden y son arrastradas por las corrientes de aire o son llevadas por los insectos u otros agentes (Figura 2.10). En las lesiones de los granos se produce un gran número de conidias fácilmente diseminables, que causan infecciones secundarias.

Poblaciones altas de conidias son transportadas por el viento sobre campos de arroz en la época de cosecha, durante la cual se encuentra abundante inóculo disponible en la atmósfera.

Medio ambiente

Kulkarni (1980), en Karnataka (India), encontró que la incidencia de *B. oryzae* en las hojas y en las espiguillas era significativamente alta durante los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero, durante los cuales prevalecen condiciones de alta humedad relativa, baja temperatura y precipitaciones altas.

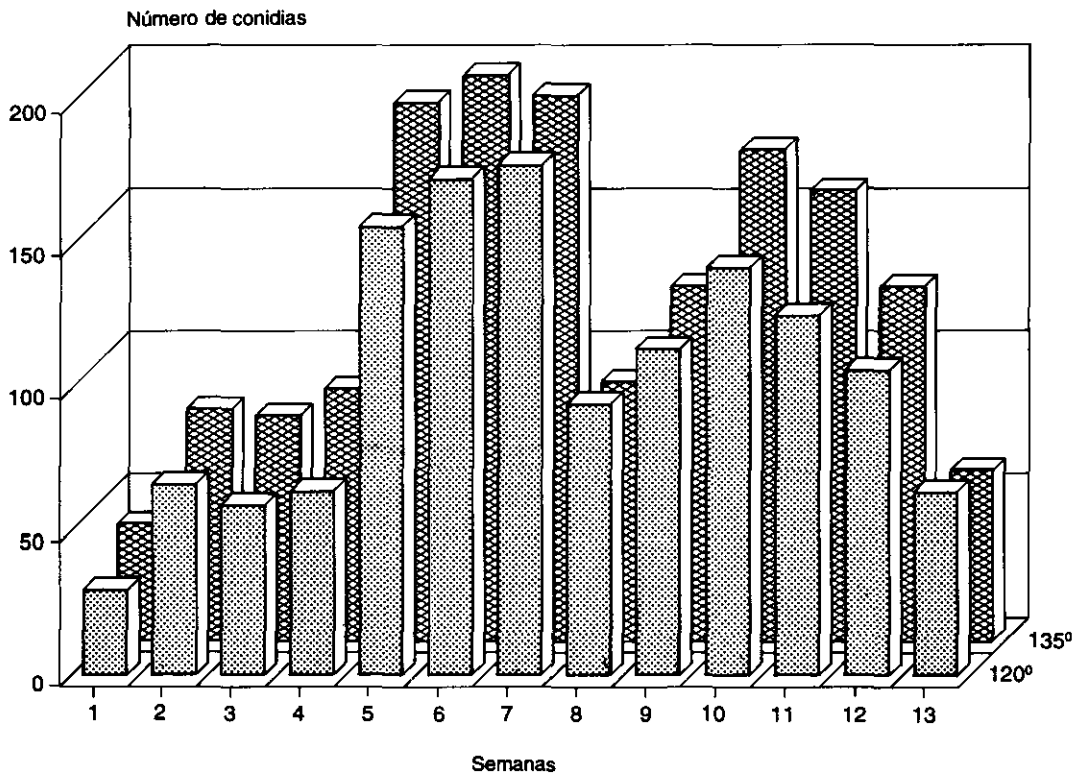


Figura 2.10. Cantidad de conidias de *Helminthosporium* sp. atrapadas semanalmente entre octubre y diciembre de 1985, en trampas de 400 mm² con inclinaciones de 120° y 135°. Santa Rosa, 1985.

En Mandyal (India), Sannegowda y Pandurangeowda (1982), reportaron que la incidencia de *B. oryzae* en una variedad susceptible (Binnybhog) se incrementó de 2 a 5% de enero a septiembre, a 45% durante octubre, y a 50% en noviembre. La variabilidad de la incidencia pudo ser debida a los factores meteorológicos. En Combaitore (India), Duraiswamy y Mariappan (1983), encontraron mayor incidencia de granos manchados en panículas de cultivos cosechados de octubre a diciembre; las bajas temperaturas, la humedad alta, la precipitación y los días lluviosos, prevaecientes durante estos meses, fueron las posibles causas. La temperatura durante el estado de floración, aparentemente fue el factor más influyente en la alta incidencia de grano manchado.

Ghose y otros citados por Ou, (1985) indican que en la India la temperatura es un factor que afecta el desarrollo del manchado en los granos; cuando la temperatura fue inferior a 25°C se observaron granos más limpios. Por otro lado, intensas y prolongadas lluvias durante la etapa de maduración favorecieron la infección.

La alta humedad relativa durante la estación lluviosa en el Piedemonte Llanero es conocida como un factor favorable para la enfermedad. Alteraciones frecuentes de la humedad y de la sequía durante la floración también parecen favorecerla (CIAT, 1982). En esta misma región, incrementos en las temperaturas máxima y promedio y en la humedad relativa, junto con descensos del brillo solar efectivo y del recorrido del viento, son las condiciones climáticas que parece influyeron más en el desarrollo de la enfermedad (Acosta y Contreras, 1987).

Manejo y recomendaciones

La incidencia de los agentes patógenos es menor en suelos fértiles que en suelos con bajo porcentaje de materia orgánica, bajos niveles de nitrógeno y potasio, con deficiencias de silicio, manganeso y magnesio, baja capacidad de intercambio catiónico y pH ácido. Dicha incidencia está asociada además con suelos en condiciones reducidas, donde hay acumulación de sustancias tóxicas (H_2S) que limitan la nutrición de la planta.

Baba *et al.*, (1958), citados por Marchetti y Petersen (1982) consideran que los daños son provocados principalmente por factores de agotamiento que predisponen al arroz a la infección de *B. oryzae*, más que por el mismo agente patógeno.

Considerando que uno de los factores más importantes en la incidencia del manchado del grano son las condiciones del suelo, Salive y Vargas (1985), encontraron que en las áreas con deficiencias de potasio, calcio y

magnesio se observaba mayor severidad de manchado del grano en el Piedemonte Llanero. Otro factor de predisposición importante es el exceso de suministro de nitrógeno al cultivo; su influencia es aún mayor en suelos con deficiencias de potasio y silicio (Castaño, 1985). La incidencia de los agentes patógenos y el porcentaje de daño son menores en condiciones de riego que en secano.

Con el objeto de reducir los riesgos de incidencia del manchado del grano, las siembras deben programarse de manera tal que la recolección coincida con las épocas secas. La destrucción de los residuos de la cosecha también es recomendable.

La efectividad de los fungicidas en el manejo del manchado del grano ha sido muy controvertida, por la variedad de agentes patógenos que intervienen y el cúmulo de factores asociados con la enfermedad. Sin embargo, algunos fungicidas serían de utilidad para la protección de las glumas, cuando los agentes causantes predominantes puedan ser identificados y las condiciones ambientales sean favorables; esto podría ser válido en cultivos cuya cosecha se retarde en relación con la temporada de cosechas de la región, y el ambiente sea cálido y húmedo durante los estados reproductores del cultivo. Un factor de pronóstico lo constituiría el estado sanitario de los granos cosechados previamente en los campos vecinos.

Bibliografía

- ACOSTA, N ; CONTRERAS, L.A. ; TAPIERO, A. 1987. Revisión de literatura sobre el manchado de grano de arroz. SIAL (Sociedad de Ingenieros Agrónomos de los Llanos). pp. 18-21.
- ACOSTA, N.; CONTRERAS, L. 1987. Influencia de algunos factores climatológicos en el desarrollo del manchado del grano ocasionado por *Helminthosporium oryzae* en cultivos de arroz (*Oryza sativa*). Tesis Universidad de Los Llanos, Villavicencio. 75 p.
- BASR, B.A. ; KOHELER, C.S. ; SMITH, R.F. 1975. Crop losses in rice: field losses to insects, diseases, weeds and other pests. 25 p.
- CASTAÑO, J. 1985. Microorganismos asociados con el manchado del grano del arroz en Colombia. En: Arroz. (Colombia) 34(336): 22-25.
- CASTAÑO, J. 1985a. Efecto del manchado del grano de arroz sobre algunos estados de desarrollo de la planta de arroz. En: Arroz. (Colombia) 34(338): 22-26.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1982. Rice Grain Discoloration. Informe Anual Programa Arroz. Cali, Colombia. CIAT.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1982. Enfermedades del arroz en América Latina y su control. Guía de estudio. Contenido científico, Song-Won, A.; P. R. Jennings; producción, Oscar Arregocés. Cali, Colombia. CIAT. 39 p. (serie 04SR-06.01)
- DURAI SWAMY, V.S. ; MARIAPPAN, V. 1983. Biochemical properties of discolored rice grains. Pest management and control (diseases). In: International Rice Research Newsletter 8(3): 9.
- FARAH, E. ; IWASAWA, H. 1988. Añublo de la vaina en el cultivo del arroz. Revista Arroz, Vol. 37(356): 14.
- FARAH, E. ; IWASAWA, H. 1988a. Añublo de la vaina en el cultivo del arroz. Revista de Arroz. 37(357): 20.
- FLEET, N.L ; RUSH, M.C. 1983. Rice sheath Blight. A Major Rice Disease. Plant Disease. 67 (7): 829-832.

- HORI, M. 1981. Epidemiology and control of sheath blight in Japan. Seminar on Pest. Management of rice in East. Asia. pp. 9.
- KOZACA, T. 1970. *Pellicularia* Sheath blight of rice plants and its control. Jap. Agric. Res. Q. 5:12-16. KULKARNI, S.K. 1980. Incidence of brown leaf spot of rice caused by *Drechslera oryzae* (Breda de Haan) Subran and Jain under different agroclimatic conditions of Karnataka. Mysore Journal Agricultural Science 14: 321.
- MARCHETTI, M.A. ; PETERSEN, H.D. 1982. *Bipolaris oryzae* its role in grain discoloration on floral abortion. In: Rice Technical Working Group College Station, Tex: Texas A and M University System, Texas Agricultural Experiment Station. 49 p.
- OU, S.H. 1985. Rice Diseases. Second Edition. Commonwealth Mycological Institute. London 380 p.
- RAYMUNDA, S.A. ; FOMBA, S.N. 1979. Dirty panicle or glume discoloration of rice in Sierra Leone. (Genetic evaluation and utilization) diseases resistance. In: International Rice Research Newsletter. 4(3): 7.
- ROSSMAN, A.Y.; HOWARD, R.J. ; VALENT, B. (1990). *Pyricularia grisea*, the correct name for the Rice Blast Disease Fungus. Mycol 82(4): 509-512.
- SALIVE, R.A. ; VARGAS, J.P. 1985. Manchado del grano de arroz. Algunas consideraciones sobre su manejo y control. Revista Arroz 34 (334) p. 9-17.
- SANNEGAWDA, S. ; PANDURANGEGOWDA, K.T. 1982. Epidemiology of brown spot disease of rice in Karnataka. India. In: International Rice Research Newsletter 7(4): 14.
- TAPIERO, O. A. 1987. Consideraciones epidemiológicas sobre algunas enfermedades limitantes en el cultivo de arroz en Colombia. En: Revista Arroz. 36(347): 22.
- TAPIERO, A. 1988. Informe de progreso labores 1987B-1988A. Sección Fitopatología, Instituto Colombiano Agropecuario, La Libertad.
- TAPIERO, A. 1991. Resistance of rice to blast disease caused by strains of *Pyricularia oryzae* cav. from Colombia. M. Phil Thesis. University of London. 97p.

Bibliografía recomendada

- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO 1991. Informe Anual de Actividades. Arroz, maíz, sorgo, trigo. Manuel Rosero Moran. ICA. Subgerencia de investigación. Sección Nacional Cereales. 28 p.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. 1979. Proceedings of the Rice Blast Workshop. Los Baños, Laguna, Philippines. 222 p.
- NIETO, L. ; CAICEDO A. 1991. Efecto de las láminas de riego sobre la pudrición de la vaina en el cultivo del arroz. Memorias XI Congreso Ascolfi. Manizales.
- ORELLANA, P. P. ; GONZALES, M. R. 1983. Revisión Bibliográfica sobre el hongo (*Thanatephorus cucumeris* agente causal del tizón de la vaina en el arroz (*Oryza sativa*). Estación Central de Investigación de Arroz "Niña bonita" La Habana, Cuba.
- RODRIGUEZ, H.A.; NASS, H. ; ALEMAN, L. 1988. Incidencia y control del manchado de grano. Fitopatología Venezolana. 1(1): 5-7.
- STLARMA, N.R. ; TENG, P.S. 1990. Effect of rice growth stage on sheath blight (ShB) development and yield loss. Plant Pathology Division, IRRI, and F.M. Olivares. IRRN 15:6.
- TASCON, E. ; GARCIA, D. E. (Compilado y editado). 1985. Arroz: Investigación y producción: referencia de los cursos de capacitación sobre arroz dictados por el CIAT. CIAT. Cali, Colombia 696 p.

Práctica 2.1 Evaluación en el campo de la severidad de una enfermedad foliar (Piricularia)

Objetivo ✓ Al realizar la práctica el participante estará en capacidad de evaluar con exactitud el porcentaje de área foliar afectada por una enfermedad en el campo.

Recursos necesarios

- 18 parcelas de 10 m²
- 60 materos
- 90 paletas indicadoras
- Insumos
- Tablas de Logit (Anexo 4)
- Esquema de área foliar (Figura 2.11)
- Esquema de área foliar infectada (Figura 2.1)
- 1 calculadora por grupo
- Datos del cultivo, clima, etc.

Instrucciones Para esta práctica se dispondrá de 2 grupos de 3 parcelas de 10 m² sembradas con 3 variedades comerciales de arroz (1 resistente, 2 susceptibles), una variedad por parcela. En un grupo las plantas estarán en estado de plántula y en el otro iniciando el macollamiento, organizadas mediante un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Diez días antes de la iniciación del evento las plantas se inocularán con un aislamiento virulento de *P. grisea*.

Como alternativa podrán usarse 20 plantas/variedad sembradas en materos en el invernadero.

Al inicio de la práctica, en el salón de reuniones se instruirá a los participantes acerca de cómo utilizar los esquemas para la determinación del porcentaje de área foliar afectada (Figura 2.11). El esquema en la Figura 2.11 representa una hoja de arroz hacia el final del estado de plántula, con el área de sus secciones calculada a escala, en porcentaje. Se compara el área infectada en las hojas 2-5 de la macolla central

(numerando en orden ascendente desde la hoja más joven) con lo representado en el esquema, se establece el promedio general por planta dividiendo el total sobre el número de hojas evaluadas, y se anota el resultado en la hoja de trabajo.

Alternativamente, utilizando el esquema que representa áreas de infección en la Figura 2.1, se sigue el mismo procedimiento.

Una vez se hayan aclarado las dudas de los participantes, éstos se dividirán en grupos y se trasladarán al campo donde estén las parcelas con el material inoculado. Cada participante evaluará en forma individual 10 plantas marcadas en cada una de las tres repeticiones de una variedad por bloque, dentro del estado de desarrollo que se le asignó al grupo, asegurándose que todos los grupos evalúen las mismas variedades. En el auditorio, con la tabla de transformación del Anexo 5, se establecerán los valores logits para cada porcentaje y se calcularán los promedios.

Como se presentarán promedios diferentes y por evaluador por planta, se promoverá una discusión sobre este tópico aclarando cómo el ojo humano tiende a sobreestimar los porcentajes bajos y a subestimar los altos (la discusión por grupo durará 30 minutos y otros, treinta en la plenaria).

Los promedios establecidos también serán utilizados para la Práctica 2.2.

Práctica 2.1

Hoja de trabajo 1

Variedad: _____ Estado de desarrollo: _____
 Fecha 1a. evaluación: _____ Fecha 2a. evaluación: _____

Planta No.	Bloque No.					Bloque No.						
	I	II	III	Total	Promedio	I	II	III	Total	Promedio		
1	X	X	X	X	X	L	X	X	X	X	X	L
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
Total												
Promedio												

X = Porcentaje de área foliar afectada
 L = Valor logit del porcentaje de área foliar afectada

Esquema del área foliar infectada

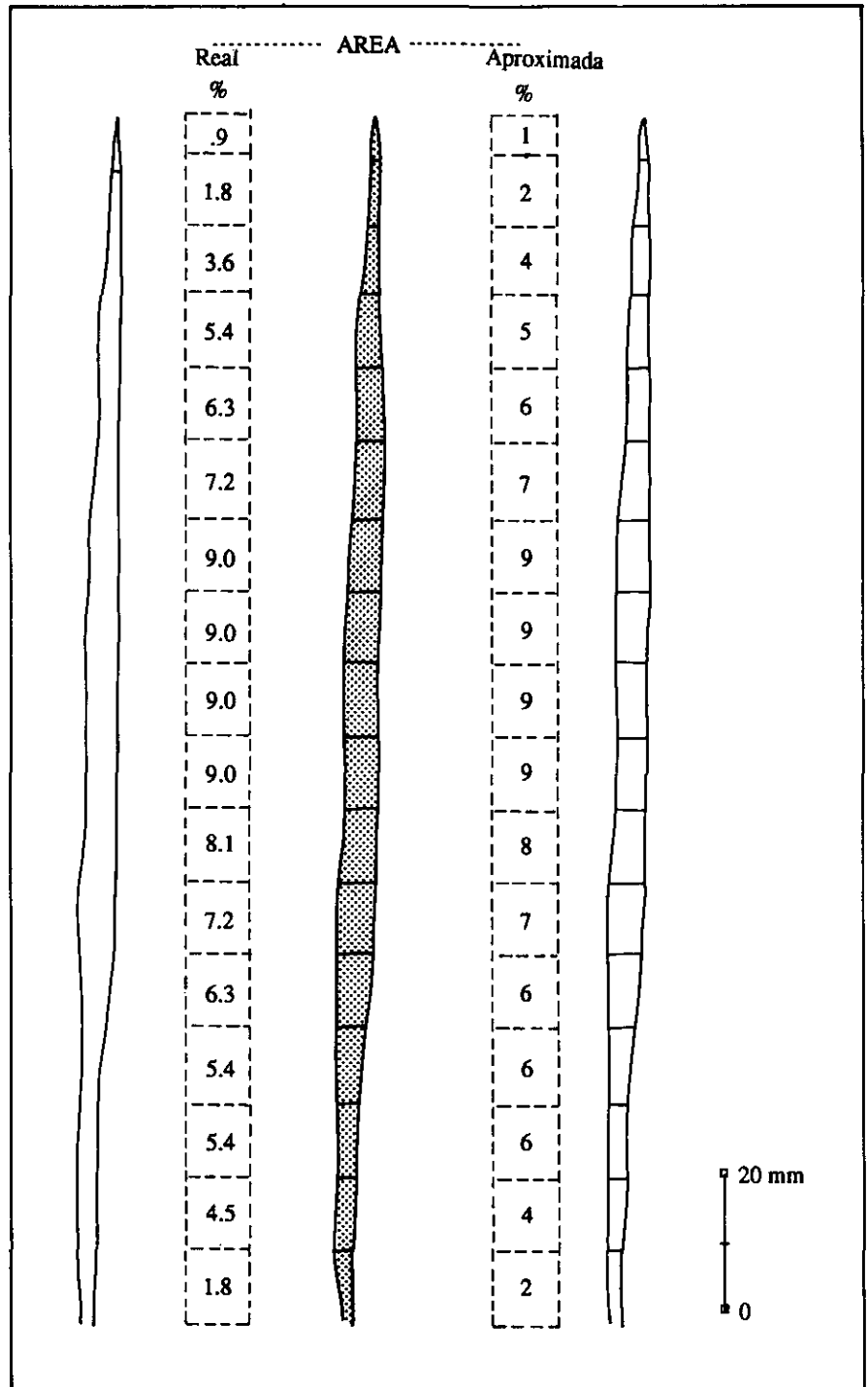


Figura 2.11. Secciones del área de una hoja de arroz de variedades colombianas, en el estado de desarrollo, calculadas en porcentajes (Tapiero, 1991).

Práctica 2.1 - Información de retorno

Aunque los resultados numéricos dependerán del nivel de infección observado en el campo, la discusión en cada grupo de los promedios obtenidos en el campo y su comparación con los del resto de grupos permite que los participantes descubran que registraron valores diferentes para la infección en una misma planta.

Al determinar la severidad de la infección el ojo humano tiende a sobreestimar los niveles bajos colocándoles un valor superior al que realmente le corresponde, lo cual dificulta notoriamente la evaluación y por ende la sugerencia de prácticas de manejo. Solamente con la práctica repetida se adquiere experiencia y es posible ir ajustando el ojo para dar el valor real de la infección. La discusión en grupo sobre las diferentes observaciones respecto a las mismas plantas facilita dicho ajuste y permite ir creando claves o puntos de referencia que, con el tiempo, son de gran valor en la evaluación de niveles de infección en plantas afectadas por enfermedades foliares.

Las hojas de información de retorno I y II para las prácticas 2.1 y 2.2, contienen una información de retorno elaborada con base en datos extraídos de la figura 2.3.

Variedad: Metica 1. Estado de desarrollo: Inicio del macollamiento

Fecha 1a. evaluación: 16 de mayo

Promedio de área foliar afectada: 54%

Comentario: El porcentaje de área foliar afectada superó hace varios días el nivel de umbral económico establecido para realizar una aplicación, muy probablemente durante el estado de plántula. En consecuencia, se estima que la enfermedad va a ocasionar pérdidas en la producción. Aunque se espera una reducción del área afectada, por el crecimiento del área foliar durante este estado de desarrollo, es necesario aplicar inmediatamente un fungicida erradicante - protectante y evaluar su efecto en el control de la enfermedad, para determinar una segunda aplicación de un protectante en 7 días.

Variedad: Cica 8 Estado de desarrollo: inicio del macollamiento

Fecha de evaluación: 16 de mayo

Promedio de área foliar afectada: 15%

Comentario: El porcentaje de área foliar afectada está aproximándose al nivel de umbral económico establecido para realizar una aplicación. Se espera crecimiento del área afectada por la enfermedad durante los siguientes días, debido al estado de desarrollo en que se encuentra el cultivo. Es necesario realizar inmediatamente una aplicación de un fungicida específico.

Práctica 2.2 Determinación de la velocidad de propagación de una epidemia en el tiempo (Piricularia)

Objetivo

- ✓ Al realizar la práctica los participantes evaluarán su capacidad para determinar porcentajes de área foliar afectada, y dispondrán de los elementos para realizar un ejercicio de manejo de piricularia en condiciones específicas, de acuerdo con los aspectos discutidos en el instructivo.

Recursos necesarios

- Hoja de trabajo
- Resultados de los promedios obtenidos en la Práctica 2.1

Instrucciones

Al finalizar la instrucción relativa a la secuencia (por lo menos 3 días después de la 1a. evaluación), los participantes volverán al campo y evaluarán las mismas 30 plantas que evaluaron durante la realización de la Práctica 2.1 y que habían sido marcadas en aquella ocasión.

Ya en el salón de reuniones se establecerán los promedios y se procederá a determinar la tasa aparente de infección para ese período mediante la siguiente ecuación

$$r = \frac{1}{t_2 - t_1} (\text{logit } 2 - \text{logit } 1)$$

donde t es el tiempo y logit es el logaritmo natural del porcentaje de infección en un tiempo determinado, corregido por el porcentaje de tejido sano durante el mismo tiempo, y los subíndices 1 y 2 se refieren al tiempo inicial y final de la evaluación, respectivamente. Una tabla de transformación de porcentajes a valores logits (Anexo 5) se distribuirá entre los participantes para facilitar los cálculos.

A los participantes se les suministrará la información meteorológica disponible del lugar donde fueron establecidas las parcelas durante el tiempo del ensayo, y una relación de las prácticas culturales realizadas allí.

Los participantes completarán la información de la hoja de trabajo correspondiente a esta práctica.

Luego de la segunda evaluación los participantes resolverán el siguiente cuestionario:

Variedad evaluada: _____ Estado de desarrollo: _____

Porcentaje promedio de área foliar afectada: Inicial _____ Final _____

Días transcurridos entre las dos evaluaciones: _____

Tasa de infección: _____ % por día

Resistencia: _____ (indique si es resistente o susceptible)

1. ¿Recomendaría usted la siembra de esta variedad en su zona de trabajo? ____ (SI o NO)

¿Por qué?: (Explique brevemente) _____

2. Si usted fuera llamado para asistir técnicamente el manejo de un cultivo sembrado con esta variedad en el estado de desarrollo y con el nivel de infección en que se encuentra, ¿qué plan de manejo le sugeriría al agricultor? _____

3. ¿Qué prácticas hubiera recomendado para haber sido realizadas previamente? _____

Práctica 2.2 - Información de retorno

La determinación de las tasas aparentes de infección da una guía de la velocidad diaria a la cual la enfermedad se desarrolla en un ambiente determinado y durante un estado específico del desarrollo de la planta. En cada variedad se observará una tasa de infección diferente, lo que contribuirá a recalcar en la necesidad de utilizar para la siembra comercial variedades resistentes, cuyas tasas aparentes de infección sean bajas y preferir las medidas de carácter preventivo para proteger los cultivos contra la piricularia cuando, por cualquier razón, sea necesario sembrar variedades susceptibles en regiones donde subsista el riesgo de infección.

De acuerdo con el nivel de infección encontrado y evaluado en las dos fechas, se discutirá la importancia que puedan tener las condiciones ambientales en el lugar donde se hayan establecido las parcelas para la realización de esta práctica. También, de acuerdo con la severidad y las tasas de infección calculadas, se establecerá la resistencia y receptividad de las variedades involucradas.

Los conocimientos adquiridos para la realización del trabajo durante las prácticas son herramientas que el participante adquiere, para utilizarlas en su diaria labor de asistente técnico, y que a su vez le sirven para sustentar, con argumentos confiables, sus decisiones cuando se vea precisado a tomarlas respecto al manejo y control de las enfermedades.

A continuación se presentan hojas de trabajo como información de retorno, elaboradas con base en datos extraídos de la Figura 2.3.

Información de retorno I (prácticas 2.1 y 2.2)

Variedad: Metica 1

Fecha 1a. evaluación: 16 de mayo

Estado de desarrollo: inicio del macollamiento

Fecha 2a. evaluación: 21 de mayo

Planta No.	Bloque No.						Bloque No.					
	I	II	III	Total	Promedio		I	II	III	Total	Promedio	
	X	X	X	X	X	L	X	X	X	X	X	L
1	60	74	70	204	68	0.7538	52	66	62	180	60	0.4055
2	58	64	58	180	60	0.4055	48	54	48	150	50	0
3	56	50	38	144	48	-0.0800	50	52	42	144	48	-0.0800
4	54	50	46	150	50	0	50	42	46	138	46	-0.1603
5	56	60	58	174	58	0.3228	52	50	54	156	52	0.0800
6	54	40	26	120	40	-0.4055	48	40	26	114	38	-0.4896
7	60	74	70	204	68	0.7538	54	68	58	180	60	0.4055
8	56	46	36	138	46	-0.1603	50	42	46	138	46	-0.1603
9	58	68	60	186	62	0.4896	58	62	60	180	60	0.4055
10	52	38	30	120	40		50	32	38	120	40	-0.4055
Total					540						500	
Promedio					54	0.1603					50	0

X = porcentaje de área foliar afectada

L = valor logit del porcentaje de área foliar afectada

Información de retorno II (prácticas 2.1 y 2.2)

Variedad: Cica 8

Estado de desarrollo: inicio del macollamiento

Fecha 1a. evaluación: 16 de mayo

Fecha 2a. evaluación: 21 de mayo

Planta No.	Bloque No.						Bloque No.					
	I	II	III	Tota I	Promedio		I	II	III	Total	Promedio	
	X	X	X	X	X	L	X	X	X	X	X	L
1	10	18	14	42	14	-1.8153	20	36	28	84	28	-0.9445
2	12	20	16	48	16	-1.6582	24	40	32	96	32	-0.7538
3	14	18	22	54	18	-1.5164	28	36	44	108	36	-0.5754
4	12	10	14	36	12	-1.9924	24	20	28	72	24	-1.1527
5	14	10	18	42	14	-1.8153	28	20	36	84	28	-0.9445
6	10	12	14	36	12	-1.9924	20	24	28	72	24	-1.1527
7	14	18	22	54	18	-1.5164	28	36	44	108	36	-0.5754
8	14	15	16	45	15	-1.7346	28	30	32	90	30	-0.8473
9	14	18	16	40	16	-1.6582	28	36	32	96	32	-0.7538
10	15	16	14	45	15	-1.7346	30	32	28	90	30	-0.8473
Total					150						300	
Promedio					15	-1.7346					30	-0.8473

X = porcentaje de área foliar afectada

L = valor logit del porcentaje de área foliar afectada

Práctica 2.2 - Información de retorno

Variedad evaluada: Metica 1

Estado de desarrollo: inicio del macollamiento

Porcentaje promedio de área foliar afectada: inicial: 54, final: 50

Días transcurridos entre las dos evaluaciones: 5

Tasa de infección: 3.2%/día.

Resistencia: susceptible

1. No, porque una variedad con 54% de área foliar afectada al inicio del macollamiento es una variedad altamente susceptible a la piricularia.
2. Aplicar inmediatamente un fungicida específico protectante - erradicante y, de acuerdo con el desarrollo de la enfermedad, tomar la decisión sobre una posible segunda aplicación, luego de otra evaluación 7 días después.
3. Sembrar una variedad resistente. En caso de no haber tenido alternativa respecto a la variedad, habría tratado la semilla con un fungicida específico adecuado para esta práctica.

Variedad: CICA 8 Estado de desarrollo: inicio del macollamiento

Porcentaje promedio de área foliar afectada: inicial: 15, final: 30

Días transcurridos entre las dos evaluaciones: 5

Tasa de infección: 17.7%/día.

Resistencia: susceptible

1. No, porque la variedad es susceptible a la piricularia, que se desarrolla rápidamente al inicio del macollamiento.
2. Aplicar inmediatamente un fungicida específico protectante - erradicante y, de acuerdo con el desarrollo de la enfermedad, tomar la decisión sobre una posible segunda aplicación, luego de otra evaluación 7 días después.

3. **Sembrar una variedad resistente. De no haber tenido alternativa respecto a la variedad, hubiera tratado la semilla con un fungicida específico adecuado, o cuando se observaron síntomas en las plántulas con 5% de área foliar afectada hubiera realizado una aplicación foliar con un fungicida sistémico.**

Práctica 2.3 Identificación y evaluación del añublo de la vaina

- Objetivo** ✓ Identificar y evaluar el añublo de la vaina en condiciones de campo, para hacer recomendaciones sobre el manejo de la enfermedad.
- Recursos necesarios**
- Lote comercial de arroz con focos de plantas con síntomas de añublo de la vaina previamente identificados
 - Plantas inoculadas en el invernadero, con síntomas de añublo de la vaina
 - Hoja de trabajo
 - Escala de evaluación (Figura 2.9)
 - Reglas métricas (30 - 90 cm).
 - Calculadora
- Instrucciones**
- En el invernadero, utilizando las plantas inoculadas previamente, se instruirá a los participantes en la utilización de la escala de evaluación, para medir la severidad. El esquema de la Figura 2.9 representa plantas de arroz, a las cuales se les ha determinado la altura relativa de sus diferentes órganos (hojas, vainas y panícula). El participante determinará en 10 plantas la altura relativa de la infección causada por el añublo y, comparando con el esquema, establecerá el grado de severidad en cada una. Los valores así estimados serán anotados en la hoja de trabajo para el cálculo de los promedios.
- Para obtener los datos anteriormente citados, el participante medirá la altura de la planta con la regla métrica, medirá la altura hasta la cual se ha desarrollado la infección y dividirá este valor por el de la altura de la planta, y multiplicando esta cifra por 100 obtendrá la altura relativa de infección, en porcentaje. Anotados estos valores en la hoja de trabajo, procederá a establecer el grado de severidad de acuerdo con el esquema de la Figura 2.9 y calculará los promedios.
- Una vez despejadas las dudas correspondientes se procederá, en grupos de a 5, a evaluar la severidad de la enfermedad en las plantas. Cada participante evaluará individualmente todas las plantas y luego discutirá

los valores obtenidos con el grupo. Posteriormente, los grupos discutirán en reunión especial las respuestas y recomendaciones formuladas.

Duración: 1/2 hora en el invernadero

1 hora en el campo

1/2 hora en el auditorio.

De acuerdo con la información suministrada por los instructores y las observaciones realizadas por usted, complete el siguiente formato:

Variedad: _____ Estado de desarrollo: _____

Planta No.	Altura		Grado de severidad relativa
	Planta	Síntoma Relativa de infección (%)	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Total			
Promedio			

Determine el número de plantas para cada grado de severidad y calcule el valor promedio de severidad según la fórmula:

$$\text{Severidad \%} = \frac{0(N0) + 1(N1) + 3(N3) + 11(N5) + 23(N7) + 45(N9)}{\text{No. total de plantas}}$$

Grado	No. de plantas por grado
0	
1	
3	
5	
7	
9	
Severidad promedio:	_____%

Compare los dos valores promedio de severidad obtenidos y estime las pérdidas ocasionadas por la enfermedad, según su evaluación, de acuerdo con el Cuadro 2.4.

Cuadro 2.4. Reducción estimada de la producción ocasionada por diferentes niveles de severidad del añublo de la vaina.

Grado de severidad	Reducción en la producción (%)
0	0
1	1
3	1 - 5
5	6 - 15
7	16 - 30
9	> 30

Valor estimado de la reducción en la producción, según la evaluación:

¿Qué proporción del área del cultivo está cubierta de focos semejantes al evaluado? _____%

De acuerdo con el valor promedio de severidad observado, y la proporción de área del cultivo cubierta de focos semejantes al evaluado ¿qué medidas recomendaría usted para el manejo eficiente de la enfermedad? _____

Práctica 2.3 - Información de retorno

De acuerdo con la altura relativa de la enfermedad en la planta, se calcula el grado de severidad. Una vez establecido el número de plantas por grado, se calcula también el valor promedio de severidad utilizando la fórmula.

La toma de decisiones está determinada por el cálculo del valor general de severidad observado. Este valor está relacionado con un estimativo de las pérdidas en la producción, que también debe tenerse en cuenta para tomar una decisión. Cuando el valor promedio de severidad es superior al grado 5, la reducción en la producción equivaldrá a los costos de una aplicación de fungicida, por lo tanto, cuando la severidad observada supere este nivel, sería aconsejable pensar en realizar una aplicación de un fungicida específico contra la enfermedad.

A continuación se presenta, como ejemplo, una hoja de trabajo desarrollada de acuerdo con los resultados obtenidos en una práctica en Saldaña, Tolima.

Variedad: **Oryzica 1**

Estado de desarrollo: **grano lechoso**

Planta No.	Altura			Grado de severidad
	Planta	Síntoma	Relativa de infección %	
1	1.10	0.6	55	7
2	1.08	0.1	09	1
3	1.10	1.0	91	9
4	1.08	0.2	19	3
5	1.10	0.1	09	1
6	1.09	0.7	64	7
7	1.06	0.8	76	9
8	1.09	0.9	83	9
9	1.10	0.1	09	1
10	1.10	0.5	46	7
Total	10.90	5.0	461	
Promedio	1.09	0.5	46	7

Grado	No. plantas por grado
0	0
1	3
3	1
5	0
7	3
9	3

Severidad promedio: $\frac{0(0) + 1(3) + 3(1) + 11(0) + 23(3) + 45(3)}{10} = \frac{210}{10} = 21\%$

Valor estimado de la reducción en la producción, según la evaluación:
16 - 30%

Area del cultivo cubierta de focos semejantes al evaluado: **15%**

El valor estimado de pérdidas esperadas justifica la realización de una aplicación de un fungicida, si el número de focos dentro del cultivo fuera alto, ó si éstos cubrieran alrededor del 50% del área cultivada. Como el área de los focos es menor que el 50% del área de cultivo, habría que discutir la factibilidad de dirigir las aplicaciones a los focos. Si los focos son grandes, o se concentran en alguna zona del cultivo, lo más indicado sería realizar la aplicación en esta zona. Si los focos son pequeños y están muy diseminados, resultaría más económico no realizar la aplicación. En caso de tomarse la decisión de aplicar el fungicida en los focos, habría que ajustar los volúmenes de las mezclas de acuerdo con sus áreas.

Ejercicio 2.1 Alternativas para el manejo del manchado del grano

Objetivo

- ✓ Utilizar los conocimientos adquiridos para la formulación de alternativas para el manejo del manchado del grano en el cultivo del arroz.

Recursos necesarios

- Muestra de 4 panículas de arroz paddy por participante, provenientes de un cultivo comercial.
- Pinzas de disección.
- Hoja de trabajo.

Instrucciones

Los participantes se agruparán de a 4 para procesar las muestras y resolver las preguntas del cuestionario.

Cada participante desgranará cuidadosamente las panículas y clasificará los granos de cada una de ellas en un grupo de llenos y otro de glumas vacías. En cada uno de estos grupos determinará el número de granos para cada una de las siguientes categorías:

- glumas limpias (limpios)
- glumas con una o pocas pintas (pintas)
- glumas con muchas pintas, o con un 25 a 50% de su área manchada (manchados)
- glumas con más del 50% de su área manchada (muy manchados)

Con esta información completará el cuadro incluido en el formulario y responderá a las preguntas allí formuladas. Una vez contestado el formulario, las respuestas se discutirán en el auditorio, junto con la información de retorno.

La información de retorno fue desarrollada con base en una muestra obtenida en un cultivo de Oryzica 1 en el Piedemonte Llanero.

Granos	Glumas vacías						Granos llenos					
	1*	2	3	4	P**	%	1	2	3	4	P	%
Limpios												
Con pintas												
Manchados												
Muy Manchados												
TOTAL												

* Panícula

** Promedio

Determine el promedio para cada característica, entre las cuatro panículas, por cada una de las dos vías de clasificación.

Determine el porcentaje para cada una de las características y vías de clasificación, multiplicando por 100 el resultado de dividir el promedio de cada característica, sobre el promedio total de granos llenos + glumas vacías.

Determine el porcentaje de vaneamiento: _____ %

¿Proporcionalmente, dónde se concentran más los porcentajes de manchado? (marque con una X)

en las glumas vacías _____

en los granos llenos _____

¿Es el vaneamiento un resultado del manchado? (Si o No) ___

¿Qué factores influyen en mayor proporción en el manchado del grano?

¿Considera económico haber realizado una aplicación de fungicidas contra el manchado de grano en el cultivo de donde se obtuvieron las muestras? (Si o No)___

¿Por qué? _____

Ejercicio 2.1 - Información de retorno

Granos	Glumas vacías						Granos llenos							
	1*	2	3	4	P**	%	1	2	3	4	P	%		
Limpios	0	2	0	2	1	1	35	40	37	48	40	52		
Con pintas	6	2	0	0	2	3	12	8	14	6	10	13		
Manchados	8	12	10	14	11	14	4	2	1	1	2	3		
Muy Manchados	12	8	10	6	9	11	2	2	3	1	2	3		
TOTAL							23					29		

* Panícula

** Promedio

Porcentaje de vaneamiento: 29%

¿Proporcionalmente, dónde se concentran más los porcentajes de manchado? (marque con una X)

en las glumas vacías X

en los granos llenos ____

¿Es el vaneamiento un resultado del manchado? (Si o No) No.

¿Qué factores influyen en mayor proporción en el manchado del grano?

Los desbalances nutricionales causados por diferentes factores en el cultivo.

¿Considera económico haber realizado una aplicación de fungicidas contra el manchado de grano en el cultivo de donde se obtuvieron las muestras? (Si o No). No ¿Por qué?

Todas las variedades tienen un porcentaje natural de vaneamiento que varía en alguna proporción de acuerdo con el manejo del cultivo y las condiciones ambientales. Las glumas vacías ordinariamente presentan un mayor índice de manchado, como se observó en la muestra analizada. La aplicación de fungicidas hubiera resultado ineficiente, por cuanto la proporción de granos manchados en la muestra es reducida, comparada con la de granos limpios.

Resumen de la Secuencia 2

La piricularia es una enfermedad fungosa causada por *Piricularia grisea* Sacc., que produce en la hoja lesiones de forma elíptica definida, cuyo centro es de color gris y el margen de color café. También causa lesiones verde oliva a café oscuro en los nudos y en los granos.

La humedad relativa y la formación de rocío son especialmente favorables para el inicio de la infección y el desarrollo de la enfermedad. Las variedades de arroz presentan diferentes tipos y grados de resistencia y son receptivas al agente patógeno durante los estados de plántula, inicio del macollamiento, emergencia de la panícula y estado reproductor. Las pérdidas causadas por esta enfermedad son altas y pueden llegar hasta la destrucción total del cultivo. La forma más efectiva de manejar la enfermedad es la utilización de variedades resistentes. Sin embargo, conociendo el nivel de resistencia de las variedades, los estados de desarrollo de la planta más receptivos y las condiciones ambientales prevalecientes en una región, es factible diseñar programas de manejo que reduzcan los riesgos de pérdida en los cultivos comerciales. Dichos programas están dirigidos fundamentalmente a mantener los niveles de severidad por debajo del 5% durante el estado de plántula y en menos del 20% en el estado de macollamiento, y a prevenir la infección durante los estados lechoso y pastoso del grano.

En adición, bajas densidades de siembra, fertilización adecuada, eficiente control de malezas, utilización de riego y control químico adecuado en la época oportuna, ayudan a disminuir los niveles de infección.

El añublo de la vaina es una enfermedad fungosa causada por *Rhizoctonia solani* Kühn, que lesiona las vainas, hojas y tallos de las plantas, formando manchas elípticas de color café claro, blanco grisáceo o rosado pálido, circundadas por márgenes delgadas de color oscuro. Las plantas de arroz son más susceptibles a esta enfermedad durante los estados de embuchamiento a floración.

La diseminación de la enfermedad es rápida cuando las condiciones ambientales son favorables, especialmente hacia el final del período vegetativo. El hongo forma estructuras de resistencia llamadas esclerocios, los cuales permanecen viables en el suelo por largo tiempo. Las condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de la enfermedad son temperaturas entre 28 y 35°C, humedad relativa de 96-97% y pH del suelo de 5 a 7.

Una baja densidad de siembra, fertilización adecuada, láminas de agua de menos de 5 cm y, en lo posible, mojes con renovación permanente, contribuyen a reducir el riesgo de incidencia de la enfermedad. Fungicidas específicos contra el agente patógeno pueden ser requeridos, especialmente cuando hay focos de la enfermedad en el cultivo.

El manchado del grano es una enfermedad en la que se ve involucrado un complejo de hongos y bacterias, en el cual se ha encontrado en mayor proporción el hongo *Bipolaris oryzae*. El daño causado por estos agentes patógenos puede variar desde una pequeña lesión café o negra hasta llegar a manchar completamente el grano, penetrar al endospermo y al embrión y así, afectar la calidad de molinería y el porcentaje de germinación de las semillas.

La planta de arroz es más receptiva a este agente patógeno durante los estados de floración y de grano lechoso.

Se observa mayor incidencia del manchado de grano en ambientes de humedad relativa alta, alternación de humedad y sequía, temperaturas bajas y días lluviosos durante la floración. La fertilización balanceada, el riego y la recolección programada para época seca, son prácticas adecuadas para disminuir los riesgos de infección. Otras medidas de prevención son la destrucción de residuos de cosecha y en épocas muy húmedas la aplicación de fungicidas protectantes.

Secuencia 3

**Manejo de las
enfermedades
potenciales o
esporádicas en el
cultivo del arroz**

Contenido

	Página
Objetivos	3-7
Información	3-9
• Hoja blanca	3-9
• Planta	3-10
• Manejo	3-11
• Escaldado de la hoja	3-12
• Helminthosporiosis o mancha parda	3-14
• Pudrición del tallo	3-15
• Pudrición de la vaina	3-17
• Falso carbón	3-17
• Cercosporiosis o mancha lineal	3-18
• Alternariosis	3-19
Bibliografía	3-21
Práctica 3.1 Síntomas y daños de enfermedades de posible ocurrencia en el cultivo del arroz.	3-23
• Objetivos	
• Recursos necesarios	
• Instrucciones	
• Hoja de trabajo	
• Información de retorno	
Resumen de la Secuencia 3	3-28
Evaluación final de conocimientos	3-30

Flujograma Secuencia 3

Manejo de enfermedades potenciales o esporádicas en el cultivo del arroz

Objetivos

- Proponer por escrito un plan para el manejo de las enfermedades de ocurrencia potencial en el cultivo del arroz.
- Identificar, por sus síntomas, las enfermedades de posible ocurrencia en el cultivo.

Contenido

- Hoja blanca
- Escaldado de la hoja
- Helmintosporiosis o mancha parda
- Pudrición del tallo
- Pudrición de la vaina
- Falso carbón
- Cercosporiosis o mancha lineal
- Alternariosis

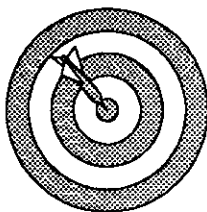
Bibliografía

Práctica 3.1

- Síntomas y daños de las enfermedades de posible ocurrencia en el cultivo del arroz
- Objetivo
 - Recursos necesarios
 - Instrucciones
 - Hoja de trabajo
 - Información de retorno

Resumen Secuencia 3

Objetivos



Al finalizar el estudio de esta secuencia el participante estará en capacidad de:

- ✓ Proponer por escrito un plan para el manejo de las enfermedades de ocurrencia potencial en el cultivo del arroz.
- ✓ Identificar, por sus síntomas, las enfermedades de posible ocurrencia en el cultivo.

Hoja blanca

El virus de la hoja blanca del arroz (VHB), transmitido por el insecto chupador *Tagosodes oryzae*, es una enfermedad potencial de las más perjudiciales que atacan al arroz en el continente americano.

Los síntomas de la enfermedad consisten en bandas blancas, moteado clorótico o amarillamiento, variegación o mosaico en las hojas que, al incrementarse, se fusionan formando franjas de color amarillo pálido a lo largo de la hoja (Gálvez *et al.*, 1962).

Los daños causados a la planta de arroz son múltiples y consisten en la reducción del macollamiento y de la altura de la planta y en el vaneamiento y manchado de las espiguillas.

El virus puede ser adquirido y transmitido tanto por ninfas del insecto de ambos sexos como por adultos, y transovariamente a las progenies sucesivas, a través del esperma (Gálvez y Jennings, 1959).

La eficiencia de transmisión del agente causante mediante la población de campo de *T. oryzae* es bastante baja. Acuña, *et al.*, (1958) registraron de un 7 a un 12% de insectos vectores en la población total, mientras que Gálvez, *et al.*, (1974) encontraron de un 10 a un 15%.

No todos los individuos de *T. oryzae* están en igual capacidad de transmitir el virus de la hoja blanca, aunque previamente se hayan alimentado de una planta enferma. Parece que el factor decisivo para adquirir la capacidad de vector es una condición genética, previamente relacionada con la permeabilidad de ciertas membranas del tracto digestivo del insecto. Una vez adquirida, esta capacidad se transmite a través del huevo, a la ninfa y al insecto adulto. En una población de *T. oryzae* pueden encontrarse individuos que son incapaces de transmitir el virus, vectores potenciales y vectores activos.

El virus de la hoja blanca dispone de un agente capaz de multiplicarse y mantenerse viable e infectivo en el insecto vector durante toda su vida. El largo período de incubación en el insecto (7 a 9 días) y el paso transovario, sugieren que el virus se multiplica dentro del insecto, por lo que el VHB se agrupa dentro de los virus persistentes o propagativos (Gálvez *et al.*, 1974).

El período entre la inoculación y la aparición de los primeros síntomas depende de la edad de la planta al momento de la inoculación y varía entre 4 y 30 días (Gálvez, *et al.*, 1962).

La enfermedad ha ocasionado pérdidas hasta del 80% en una sola cosecha, en Cuba, Venezuela, Colombia y otros países centroamericanos. En la actualidad la hoja blanca y su insecto vector están registrados en casi todos los países de América.

La hoja blanca se encuentra en la mayor parte de las zonas arroceras del país. Los primeros informes de esta enfermedad indican que ocurrió por primera vez en el Valle del Cauca en el año 1935-1936 y desde entonces ha aparecido en forma endémica en el Tolima, Huila, Magdalena, Santander del Norte, Piedemonte Llanero y Costa Atlántica

Planta

Observaciones de campo y estudios realizados por Jennings, *et al.*, (1958), concluyeron que la resistencia al VHB es independiente de la resistencia al daño del insecto; por esta razón en los programas de mejoramiento se ha separado el daño directo del insecto del daño causado por el virus (Vergel, 1989). Variedades como Blue Bonnet 50 son altamente susceptibles al virus y al daño del insecto; Mudgo es resistente a ambos; ICA 10 es altamente resistente al virus y altamente susceptible al daño del insecto; IR 8 es resistente al daño del insecto y susceptible al virus (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1. Fuentes de resistencia genética al virus de la hoja blanca.

Línea o variedad	País de origen
Col 1 x M 312 A	Colombia
Colombia 1	Colombia
ICA 10	Colombia
Taichung 176	Taiwan
Taipei 309	Taiwan
RAT 120	Costa de Marfil
IRAT 121	Costa de Marfil
IRAT 122	Costa de Marfil
IRAT 124	Costa de Marfil

Respecto a la herencia de la resistencia a la hoja blanca, basados en observaciones hechas en 182 plantas F_1 de 102 cruzamientos diferentes entre variedades resistentes y susceptibles, se concluyó que la resistencia era de carácter dominante gobernada por un par de genes mayores.

Recientemente el convenio ICA-CIAT-FEDEARROZ liberó 2 variedades para el Piedemonte Llanero resistentes a hoja blanca: Oryzica Llanos 4 y Oryzica Llanos 5, según pruebas realizadas con una colonia de alta virulencia (Leal *et al.*, 1988).

Manejo

El porcentaje de vectores principalmente y la cantidad de insectos en el campo son los factores más importantes en el desarrollo de epidemias del VHB; por lo tanto, conocer el porcentaje de vectores es esencial para el manejo de la enfermedad en el campo.

Existen tres métodos para la evaluación del porcentaje de vectores del VHB:

- Evaluación de insectos individuales: un método confiable, que requiere algunas herramientas de trabajo y mano de obra.
- Evaluación con ELISA: un método bioquímico, útil cuando se dispone de laboratorios especializados.
- Evaluación masal: un método menos exacto que los anteriores, pero que requiere pocos recursos y poca mano de obra.

Los niveles de población del insecto establecidos para la toma de decisiones son 200 insectos por 10 pases dobles de jama en el estado de plántula, y 400 insectos por 10 pases dobles de jama en el estado de macollamiento. Cuando la variedad sembrada es susceptible es aconsejable realizar muestreos frecuentes, para evaluar la proporción de la población transmisora (población virulenta) dentro del total de población del insecto. Poblaciones vectoras con niveles menores del 1% de la población total son suficientes para causar pérdidas al cultivo, en variedades susceptibles como CICA 8, e IR22. Otras variedades, como Oryzica 1, pueden soportar niveles del 5 al 10% de vectores en la población total.

Como no se conoce ningún tratamiento químico para el control del VHB, una alternativa cuando la población del vector sobrepasa el umbral económico establecido para cada variedad, es la utilización de insecticidas.

La eliminación de malezas, como *Echinochloa colonum*, *E. crusgalli*, *Oryza sativa* y las cyperáceas, además de la rotación de cultivos y la eliminación de los residuos de cosecha, son medidas que contribuyen a la disminución del riesgo de ocurrencia de la enfermedad, porque reducen la población del insecto.

Escaldado de la hoja

Es una enfermedad causada por el hongo *Monographella albescens* Thüm., con el estado imperfecto *Gerlachia oryzae* Hashioka & Yokogi (*Rhynchosporium oryzae*), que causa lesiones en las hojas, caracterizadas por bandas oblongas oscuras delimitadas, rodeadas de halos de color marrón más claro. Estas lesiones se observan inicialmente en las puntas, pero también en el centro y en los bordes de las hojas maduras, y tienden a coalescer, originando una quemazón extensa de la lámina foliar. Los tallos, las vainas y los granos también pueden ser infectados.

La enfermedad, común en los cultivos de arroz en América Latina, donde ocasionalmente puede causar pérdidas, es considerada tan dañina como la pircularia en algunos países africanos. Puede transmitirse por semillas infectadas, huéspedes alternos y residuos de cosecha, los cuales son sus principales fuentes de inóculo primario.

Las variedades comerciales cultivadas en Colombia muestran diferentes niveles de resistencia, que van desde moderadamente susceptibles, como Blue Bonnet 50, IR8, IR22, Cica 4, Cica 8 y Llanos 5, hasta moderadamente resistentes como Oryzica 3 y Llanos 4.

El hongo afecta más las plantas adultas, hacia el máximo macollamiento y después de la floración, y se observan tasas negativas de desarrollo de la infección entre la elongación del tallo y la emergencia de la panícula (Figura 3.1). La severidad es usualmente mayor en cultivos de secano. En general, condiciones de alta humedad relativa, temperaturas nocturnas inferiores o alrededor de los 20°C y precipitaciones frecuentes durante el máximo macollamiento, favorecen el desarrollo de la enfermedad.

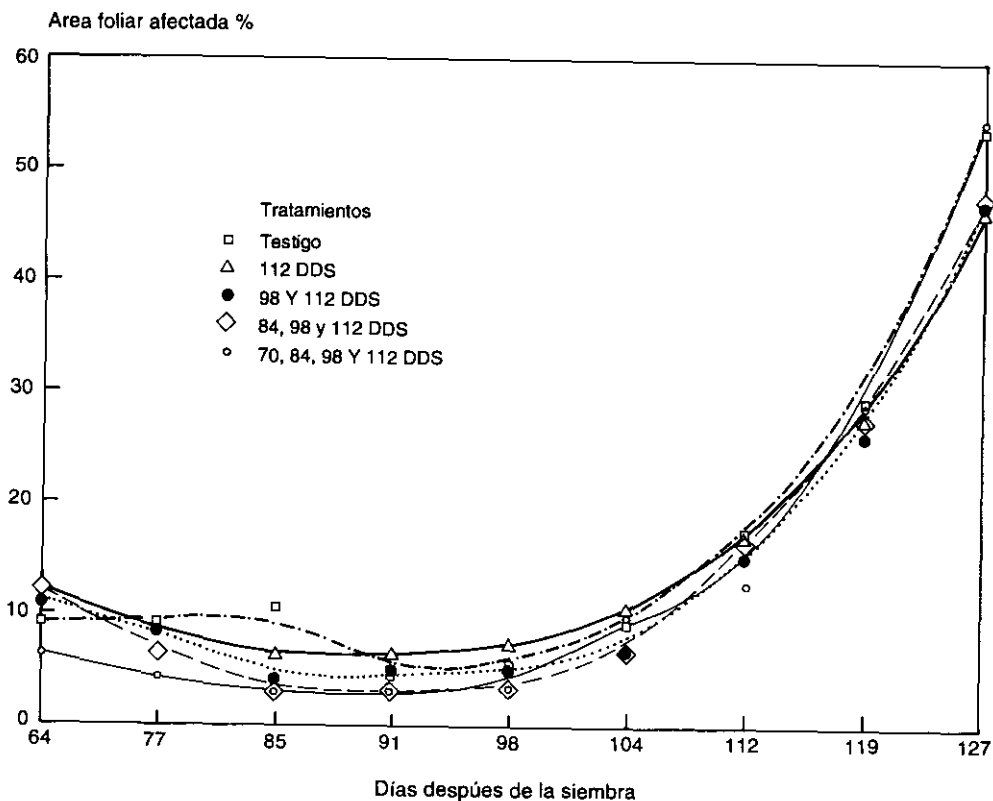


Figura 3.1. Progreso de la afección causada por el escaldado de la hoja en Oryzica 1, con tratamientos de Benomyl en 4 épocas (Tapiero, 1985).

La fertilización con excesivas dosis de nitrógeno predispone la planta a la enfermedad. En variedades susceptibles el incremento de la dosis de potasio también favorece la infección, aparentemente por el efecto negativo que este elemento tiene en el crecimiento de los tejidos radicular y vegetativo. Lo mismo ocurre con el calcio, particularmente cuando se aplica en suelos con deficiencia de magnesio, pues este elemento parece contrarrestar los efectos que predisponen a la infección causados por aquel (Andrade, 1981).

La fertilización balanceada y el cultivo con riego reducen el riesgo de ocurrencia de esta enfermedad. Se debe evitar la aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados, así como la siembra de variedades susceptibles en condiciones de secano. Algunos fungicidas podrían ser utilizados para el manejo de la enfermedad, cuando las condiciones ambientales favorezcan el desarrollo de epidemias, al inicio del estado reproductor.

La determinación sobre la aplicación de fungicidas debe basarse en la correcta evaluación de la severidad de la infección en el cultivo. Debe tomarse como aviso el desarrollo de lesiones en las hojas más jóvenes. Frecuentemente se observan lesiones en hojas ubicadas en el tercer nivel hacia abajo desde la hoja bandera, que dan la apariencia de estar afectándola. Las aplicaciones contra infecciones durante los estados vegetativos son generalmente ineficientes, por cuanto el crecimiento natural de la planta durante su desarrollo subsiguiente, reducirá la proporción relativa de tejido infectado.

Helmintosporiosis o mancha parda

Es una enfermedad causada por el hongo *Cochliobolus miyabeanus* (Ito & Kuribayashi) Drechsler ex Dastur, estado imperfecto *Drechslera oryzae* (Breda de Haan) Subram & Jair (*Helminthosporium oryzae*).

Los síntomas, tanto en las hojas como en las vainas, consisten en lesiones entre circulares y ovales, inicialmente de color púrpura o café, que evolucionan a necróticas o de color marrón, rodeadas de un halo amarillo. En las glumas se observan pintas café oscuro que se tornan aterciopeladas con la formación de los conidióforos y las conidias. Al invadir éstos el endospermo arrugan y manchan el grano. En el raquis y las raquillas el hongo produce lesiones cafés, generalmente restringidas a los entrenudos, que empobrecen el llenado de los granos.

Pueden observarse lesiones en el coleóptilo y en las raíces jóvenes de plántulas provenientes de semilla contaminada, donde el hongo puede sobrevivir por períodos prolongados (hasta cuatro años). Las semillas parecen ser la fuente primaria de inóculo, aunque no se observe la infección en las plántulas. La infección se desarrolla mejor en las hojas y tallos de la parte superior de las plantas adultas, cuyas lesiones son aparentemente causadas por fuentes secundarias de inóculo.

Las conidias pueden permanecer viables por más de un mes en tejidos de la planta infectados, diferentes a las semillas, en un amplio rango de temperaturas (2-35°C), con humedad relativa menor de 96%. A 31°C de temperatura y 20% de humedad relativa, las conidias han conservado su viabilidad en los tejidos por 5 meses. Las temperaturas y humedad relativa altas, ocasionan la pérdida de la viabilidad en menor tiempo.

Las masas de conidias transportadas por el viento durante la época de cosecha desde los campos de arroz, parecen ser la principal fuente de inóculo para el desarrollo de la enfermedad en las regiones donde es endémica.

La enfermedad ha sido asociada con suelos deficientes en nutrimentos y con suelos mal drenados, en los que se acumulan sustancias tóxicas. Plantas de arroz con deficiencia de nitrógeno durante el macollamiento son fácilmente atacadas por el hongo. Las deficiencias de potasio, manganeso, magnesio y silicio y la desintegración de las raíces ocasionada por la acumulación de sulfuro de hidrógeno en el suelo, predisponen la planta a la enfermedad.

Por todas estas razones el hongo ha sido incluso considerado un saprófito de plantas debilitadas fisiológicamente, siendo muy difícil estimar cuál de las dos causas incide en mayor proporción en la reducción de la producción.

Prácticas de manejo, tales como: rotación de cultivos, ajuste de las épocas de siembra, adecuada preparación del suelo, fertilización balanceada, adición de correctivos, utilización de semilla certificada y adecuado manejo del agua, son efectivas para reducir la incidencia de la enfermedad. Algunos fungicidas y antibióticos han mostrado ser útiles para el control de la infección, lo cual, sin embargo, no necesariamente implica que sean eficientes. En regiones donde se sospeche que hay contaminación de las semillas, el tratamiento de éstas con fungicidas o con agua caliente puede resultar efectivo.

Pudrición del tallo

Es una enfermedad causada por el hongo *Magnaporthe salvinii* (Catt.) Krause & Webster, variedades *sigmoidea* e *irregulare*, cuyos estados imperfectos son *Sclerotium oryzae* y *Nakataea sigmoidea*, los cuales producen esclerocios y conidias, respectivamente. Algunos autores clasifican el organismo causante como *Leptosphacteria salvinii* Catt. con el estado imperfecto *Helminthosporium sigmoideum* var. *sigmoideum*, con el inconveniente que para la var. *irregulare* no ha sido hallado el estado perfecto.

La enfermedad empieza a observarse en el campo después del máximo macollamiento. Comienza con una lesión irregular, pequeña, de color oscuro, casi negro, sobre la superficie externa de la vaina a la altura del nivel del agua. Algunas veces puede observarse el esclerocio que inició la infección adherido aún a la parte afectada. Con el desarrollo de la infección, la lesión se agranda y el hongo penetra la superficie interna de la vaina, la cual se pudre parcial o totalmente, al tiempo que se forman los esclerocios. Poco después el micelio, de color blanco a oliváceo alcanza el tallo, produciendo lesiones pardo-negruzcas sobre éste. Finalmente uno o dos entrenudos se necrosan, conservando únicamente la epidermis intacta. Plantas con estos síntomas pueden volcarse.

Al hacer una disección de los tallos se observa micelio gris oscuro y esclerocios pequeños diseminados sobre la superficie interna, incrustados dentro del tejido, como en las vainas. Los entrenudos inmediatamente inferiores generalmente permanecen libres de infección.

Los síntomas de esta enfermedad pueden confundirse en el cultivo con los causados por *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx & Oliver var. *graminis* (anteriormente *Ophiobolus graminis* (Sacc.) u *O. oryzinus* Sacc.), agente de la pudrición del cuello de la raíz. Este hongo, a diferencia de *M. salvinii*, forma peritecios globosos inmersos dentro del tejido de las vainas, que le dan a ésta una apariencia y sensación rugosa al tacto.

Las pérdidas causadas por la enfermedad son difíciles de estimar, debido a su influencia relativa en el volcamiento, la reducción en la producción y en la disminución de la calidad de molinería. El organismo puede ser aislado de virtualmente todos los tallos de la "soca" luego de la cosecha. Los esclerocios pueden permanecer viables por tres años a 20°C, alrededor de un año a 25°C y por cuatro meses a 35°C. Sumergidos en agua su viabilidad puede mantenerse durante un año, aun a 30°C. La alternación de embebimiento con agua y secamiento, conduce a la pérdida de peso y viabilidad de los esclerocios en corto tiempo.

Los residuos de cosecha infectados parecen ser la más importante fuente de inóculo. Los esclerocios permanecen en los niveles próximos a la superficie del suelo y flotan en el agua de riego, favorecidos por las operaciones de campo; de esta manera entran fácilmente en contacto con las vainas y germinan para formar apresorios o cojines de infección. Dada su facilidad para flotar y su tamaño uniforme, la población de esclerocios en un campo puede estimarse con métodos sencillos.

La fertilización con dosis altas de nitrógeno favorece el desarrollo de la enfermedad, como ocurre con el fósforo aunque en menor proporción. El potasio parece contrarrestar los efectos negativos del nitrógeno. La infestación de barrenadores del tallo incrementa la infección. En el estado reproductivo del hongo, la edad de las plantas está correlacionada con el grado de infección.

La quema de los residuos de cosecha y su incorporación profunda en el suelo, contribuyen efectivamente a la reducción del inóculo, al quedar eliminado o enterrado un gran porcentaje de la población de esclerocios disponible. El drenaje y secado extremo del suelo antes de establecer nuevamente el riego también parece ser útil.

Una fertilización balanceada, así como la utilización de variedades resistentes al vuelco contribuyen a reducir la incidencia de esta enfermedad.

Pudrición de la vaina

Enfermedad causada por *Sarocladium oryzae* (Sawada) W. Gams & D. Hawksw (anteriormente *Acrocylindrium oryzae*).

El hongo produce lesiones que comienzan como manchas oblongas a irregulares, de color grisáceo, rodeadas de un halo marrón, las cuales se alargan y se unen cubriendo la totalidad de la vaina de las hojas superiores, principalmente la de la hoja bandera. La panícula puede no emerger o hacerlo parcialmente. Al interior de la vaina se forma un polvo blanquecino y la panícula se pudre. En los granos y en la superficie interna de vainas aparentemente sanas, pueden observarse lesiones café oscuro.

Los síntomas de la enfermedad en el campo pueden confundirse con los causados por *Pyrenochaeta oryzae* Shirai ex Miyake que, a diferencia de los de *S. oryzae*, se caracterizan por ser lesiones blanquecinas que se extienden por la vaina y las hojas, sobre las cuales se forman cuerpos fructíferos oscuros (picnidios).

Las pérdidas estimadas por la enfermedad varían según las condiciones ambientales, la variedad sembrada y la región. El organismo causante crece bien entre 20 y 28°C, mejor aún en temperaturas de 30 y 31°C y sus conidias germinan eficientemente entre 23 y 26°C. Las infestaciones de barrenadores del tallo y ácaros parecen favorecer la infección.

Falso carbón

Esta enfermedad, común en los cultivos de arroz en Colombia, es causada por el hongo *Ustilaginoidea virens* (Cke) Takahashi.

El hongo transforma los granos de la panícula en bolas que inicialmente son de color verde amarillento, cambian a amarillo rojizo y luego se vuelven negras verdosas, de apariencia aterciopelada.

Las bolas de esporas son en un comienzo pequeñas, visibles entre las glumas, crecen gradualmente hasta alcanzar un centímetro o más de diámetro y envuelven las partes florales. Están cubiertas de una membrana y son un tanto aplanadas. Al continuar su crecimiento terminan por resquebrajarse, poniendo al descubierto el micelio y otras capas, incluyendo las glumas y otros tejidos del huésped.

Por lo general solamente algunos granos de la panícula resultan infectados, aunque en algunos casos pueden observarse varios.

Tanto los esclerocios como las clamidosporas constituyen su inóculo primario. Las infecciones primarias son causadas por ascosporas producidas principalmente en los esclerocios. Las clamidosporas son especialmente importantes durante las fases secundarias de la infección, que constituyen la mayor parte del ciclo de la enfermedad.

Por observaciones de campo se sospechaba que el arroz era infectado durante el estado lechoso del grano. Otras observaciones indican que hay dos tipos de infección. Una ocurre al inicio de la floración, lleva a la destrucción del ovario, pero los otros órganos florales se mantienen intactos, inmersos en la masa de esporas. La otra infección puede ocurrir cuando el grano está maduro; las esporas se acumulan en las glumas, absorben humedad y se hinchan, separando la lema y la palea; luego entran en contacto con el endospermo, acelerándose el crecimiento del hongo, que finalmente envuelve y reemplaza al grano.

Las clamidosporas pueden ser transportadas por el viento, aunque no fácilmente, por la presencia de sustancias mucilaginosas en las bolas, lo que dificulta su liberación. La humedad relativa alta y el exceso de fertilidad que estimulan el crecimiento vegetativo de la planta, favorecen el desarrollo del falso carbón.

Los niveles de incidencia de la enfermedad en Colombia no ameritan tomar medidas especiales de manejo. La aplicación de fungicidas pocos días antes de la emergencia de la panícula reduce la incidencia de la enfermedad, pero no hay evidencias de que se incremente la producción.

Cercosporiosis o mancha lineal

El hongo *Sphaerulina oryzina* Hara, cuyo estado imperfecto es *Cercospora janseana* (Racib.) O. Const. (*C. oryzae* Miyake), es el agente causante de esta enfermedad.

Los síntomas en las hojas consisten en lesiones de color pardo, pequeñas, alargadas y angostas, generalmente limitadas por las nervaduras. Comúnmente son numerosas, de mayor tamaño en las variedades susceptibles que en las resistentes y se presentan en el estado reproductor del desarrollo de la planta, principalmente. Infecciones severas dan la apariencia de chamuscado, característico del tizón bacterial.

La enfermedad puede también desarrollarse en las vainas, las glumas y los pedicelos, donde es más difícil de diferenciar.

Las observaciones de Estrada y Ou (1978), indican que se requieren más de treinta días para el desarrollo de los síntomas después de la inoculación, lo que explica por qué su incidencia se observa más frecuentemente en plantas adultas, aunque las hojas jóvenes son tan receptivas a la enfermedad como las viejas.

Esta enfermedad tiende a ser severa en áreas con limitaciones edáficas y escasez de agua, como en las partes altas de los lotes y en cultivos de secano. Las deficiencias de fósforo y potasio, así como el exceso de este último elemento, favorecen el desarrollo de la enfermedad.

El uso de variedades resistentes o de variedades con período vegetativo corto, junto con una adecuada fertilización y el manejo del agua de riego son aconsejables para el manejo de la enfermedad.

Alternariosis

Esta enfermedad, de ocurrencia muy ocasional, es causada por *Alternaria padwickii* (Ganguly) M.B. Ellis (*Trichoconis padwickii*).

El hongo invade las hojas, tallos y panículas durante la etapa de maduración. Se considera un agente patógeno débil pero agresivo productor de esporas. Su crecimiento es favorecido por una humedad relativa alta con temperatura de 26 - 28°C. En algunas ocasiones se ha observado infectando las plantas después de la afección causada por otro agente patógeno, como también coincidiendo con otras especies que atacan el cultivo.

Los síntomas que produce la alternariosis son lesiones ovales o circulares, de color marrón grisáceo sobre las hojas verdes. Los centros de las lesiones se decoloran rápidamente y adquieren un tono gris claro a rojizo, con márgenes definidas de color café oscuro. Las lesiones comúnmente son de gran tamaño y en su interior se observan pequeños puntos oscuros, los esclerocios. La esporulación disminuye después de necrosis severas. En algunas ocasiones los síntomas de esta enfermedad se pueden confundir con los de la quemazón foliar causada por herbicidas, o con los de la mancha ojival.

El hongo también afecta los granos y causa lesiones en las glumas, muy difíciles de distinguir de las producidas por otros organismos. Al invadir el endospermo, causa deformaciones, manchado y quebramiento del grano. La infección en las semillas reduce su germinación, necrosa las radículas y los coleóptilos y puede causar la muerte de las plántulas. El micelio se desarrolla fácilmente sobre las lesiones en la hoja, es bastante ramificado e hialino cuando joven y de color amarillo cremoso cuando está más maduro. Los esclerocios son negros, parcialmente inmersos en el tejido, con paredes reticulares y conectados por fibrillas.

Esta enfermedad no ha sido reportada causando pérdidas importantes que reduzcan la producción por la infección en las hojas, pero, como medida de precaución, se deben eliminar las hojas afectadas y utilizar semilla certificada.

Bibliografía

- ACUÑA, J. ; RAMOS, L. 1958. Informes de interés general en relación con el arroz. Administración de estabilización del arroz (Cuba) v. 7.
- ANDRADE, E. 1981. Physiology and Pathogenicity of *Rhynchosporium oryzae* (Hasioha & Yokogi) causal agent of leaf scald disease of rice. M. Sc. Thesis University of the Philippines 70 p.
- COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE C.A.B. Editores 1985. Manual para patólogos vegetales. Kew Surrey England 438 p.
- ESTRADA, B.A. ; OU, S.H. 1978. Methods of screening rice for varietal resistance to *Cercospora* leaf spot of rice. Manila, Philippines. International Rice Research Institute. IRRI. Research Paper Series No. 19. 9 p.
- GALVES, G. ; THURSTON, H.D. ; JENNINGS, P.R. 1961. Hospedantes e insectos transmisores de la enfermedad hoja blanca del arroz. *Agricultura Tropical* 18 (3): 139-151.
- GALVES, G. ; THURSTON, H.D. ; JENNINGS, P.R. 1959. Transmisión de la hoja blanca del arroz en Colombia. *Agricultura Tropical*. 15(8): 507-515.
- GALVES, G. ; THURSTON, H.D. ; JENNINGS, P.R. 1974. Hoja blanca del arroz; transmisión y caracterización del virus y su control. *Revista ICA* 9: 229-267.
- JENNINGS, PETER R. ; ROSERO, M. J.; BURGOS, L. J. 1958. Hoja blanca del arroz. *Agricultura Tropical (Colombia)* 14(8): 511-516.
- LEAL, M.D. 1988. Oryzica Llanos 4, variedad de arroz de alta producción. Instituto Colombiano Agropecuario. Plegable de divulgación No. 213. 6p.
- MORALES, F.J. 1982. Transmisión biológica de virus de insectos. Congreso Sociedad Colombiana de Entomología (9, Cali, Colombia). Memorias 188 p.
- OU, S.H. 1985. Rice Diseases. Second Edition Common Wealth Mycological Institute. London 380 p.

TAPIERO, A.L. 1985. Evaluación de pérdidas causadas por Escaldado del Arroz en los Llanos Orientales. En: ICA. Programa de Fitopatología, Informe Anual 1985. Palmira, Colombia. pp. 21-29.

Bibliografía recomendada

CHEANEY, R.L. ; JENNINGS, P.R. 1975. Problemas en cultivos de arroz en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 91 p.

CHIN, K.M. ; SUPAAD, M.A. 1986. Diseases of Rice in Malasya. Malasyan Agricultural Research and Development Institute. Malasya 89 p.

GALVES, GUILLERMO E. ; JENNINGS, P.R. ; THURSTON, H.D. 1967. Frecuencia de *Sogata oryzicola* Muir y *Sogata cubana*. Crawford en arroz y liendrepurco en Colombia. Agricultura Tropical 23(6): 385-390.

HENDRICK, R.D. ; EVERETT, R.R. ; LAMEY, H.A. ; SHOWERS, W.B. 1965. An important method of selecting and breeding for active vectors of hoja blanca virus. Journal of Economic Entomology 58: 539-542.

INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. 1984. Problemas del cultivo del arroz en los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 172 p.

MARTINEZ, G. 1982. Virología agrícola con énfasis en el problema de la hoja blanca del arroz en Colombia. Congreso Sociedad Colombiana de Entomología (9, Cali, Col.) Memorias.

ROSETO, M. 1978. Evaluación de la resistencia varietal del arroz a la sogata (*Sogatodes oryzicola*) y al virus de la hoja blanca: guía de estudio/Coordinación de producción, Oscar Arregocés; asesoría científica, Manuel Rosero, Joaquín González, Alicia Pineda. -- Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 28 p.

ZEIGLER, R.S. ; RUBIANO, M.E. ; PINEDA, A. 1987. Selección por resistencia al virus de la hoja blanca del arroz. En: Arroz en las Américas (Cali, Colombia) 8 (1).

Práctica 3.1 Síntomas de enfermedades de posible ocurrencia en el cultivo del arroz

Objetivo

- ✓ Reconocer, por sus síntomas y daños ocasionados, las enfermedades de posible ocurrencia en el cultivo del arroz.

Recursos necesarios

- Colección de especímenes con síntomas de enfermedades.
- Formularios (hoja de trabajo).

Instrucciones

Se coleccionarán y montarán en cartulina, órganos de plantas con síntomas de las diferentes enfermedades de ocurrencia potencial. Los participantes identificarán los síntomas y harán comentarios en el formulario de identificación previamente entregado. Con todo el grupo se promoverá una discusión sobre las dificultades para el diagnóstico de los síntomas y las posibles alternativas de manejo en caso de presentarse la enfermedad en el campo.

Observando los especímenes presentados por los instructores, describa muy brevemente los síntomas observados en ellos e identifique la enfermedad.

Especímen No.	Síntomas	Enfermedad
1	_____	_____
2	_____	_____
3	_____	_____
4	_____	_____
5	_____	_____
6	_____	_____
7	_____	_____
8	_____	_____
9	_____	_____
10	_____	_____
11	_____	_____
12	_____	_____
13	_____	_____
14	_____	_____

¿Tuvo alguna dificultad para identificar las enfermedades incluidas en esta práctica? (Si o No) _____

¿En caso afirmativo, cuál o cuáles fueron las dificultades y respecto a cuál o cuáles enfermedades? _____

¿Qué es lo que más se le dificulta al hacer el diagnóstico? _____

Práctica 3.1 - Información de retorno

En la descripción de los síntomas se procura identificar las lesiones por sus características y la parte afectada de la planta. El nombre de la enfermedad deberá ser resultado de la observación de los síntomas, y no al contrario.

Espécimen No.	Síntomas	Enfermedad
1	Lesiones rectangulares de color marrón claro a oscuro, o gris a rosado, con márgenes delgadas más oscuras, sobre hojas y vainas.	Añublo de la vaina (hoja) Añublo de la vaina (vainas)
2	Lesiones ovales a circulares, de color marrón grisáceo, sobre las hojas.	Alternariosis
3	Lesiones en bandas oblongas, oscuras, rodeadas de halos de color marrón, en las hojas.	Escaldado
4	Bolas color verde a amarillo, o negras verduzcas, envolviendo los granos.	Falso carbón
5	Lesiones de color café, restringidas a los entrenudos de la panícula.	Helminthosporiosis en la panícula
6	Bandas blancas, moteado clorótico, o franjas amarillo pálido, a lo largo de la hoja.	Hoja blanca
7	Lesiones alargadas, angostas, de color pardo, entre las nervaduras de las hojas.	Mancha lineal
8	Lesiones circulares u ovales, de color café o marrón, rodeadas de un halo amarillo.	Mancha parda
9	Pintas café a negras, sobre las glumas.	Manchado del grano por <i>Bipolaris oryzae</i>
10	Lesiones café oscuro, cubriendo casi en su totalidad las glumas.	Manchado del grano por <i>Pseudomonas fuscovaginae</i>
11	Lesiones café oscuro, sobre las glumas de los granos, en panículas emergidas parcialmente.	Manchado del grano por <i>Sarocladium oryzae</i>
12	Lesiones café oscuro, sobre la vaina de la hoja bandera.	Pudrición de la vaina
13	Lesiones pardo-negruczas y necrosis de vainas y tallo, con esclerocios y micelio en su interior.	Pudrición del tallo
14	Lesiones elípticas o en forma de diamante, verde oliva con centro gris, sobre las hojas. Lesiones verde oliva a gris, sobre el cuello de la panícula.	Piricularia

Es difícil distinguir, por sus síntomas, las enfermedades foliares durante su inicio; lo mismo puede ocurrir al tratar de diferenciar cada uno de los agentes causantes del manchado del grano. Para un diagnóstico acertado es aconsejable realizar un análisis minucioso del conjunto de factores que pueden estar incidiendo en los síntomas. Asumiendo los criterios del diagnóstico presuntivo, descartando cada uno de sus componentes, se podrá realizar un diagnóstico acertado. Si las dudas persisten, conviene remitir especímenes con los síntomas a un laboratorio de sanidad vegetal.

Resumen de la Secuencia 3

La hoja blanca, una enfermedad que puede ocasionar grandes pérdidas, es causada por un virus transmitido por el insecto chupador *Tagosodes oryzae*. En las hojas se observan bandas blancas, moteados cloróticos o amarillentos y en algunas ocasiones un mosaico que, al fusionarse, forma franjas de color amarillo pálido a lo largo de la hoja.

Las variedades cultivadas en Colombia son rutinariamente seleccionadas por su resistencia a esta enfermedad. La resistencia al virus puede estar determinada independientemente de la resistencia al daño físico causado por el insecto. La severidad de la enfermedad en el campo está determinada por la presencia de vectores infectados y la susceptibilidad de la variedad. El manejo de la enfermedad está restringido a la utilización de variedades resistentes.

El escaldado de la hoja también puede ocasionar pérdidas en el cultivo. La severidad de la infección está generalmente asociada a factores edáficos y de balance nutricional en las plantas. El exceso de fertilización nitrogenada usualmente predispone las plantas a la enfermedad. Otras enfermedades foliares, como la alternariosis y la mancha lineal, se presentan ocasionalmente en los cultivos por épocas, dependiendo de la evolución del cultivo en el área; lo mismo ocurre con enfermedades como la pudrición del tallo, la pudrición de la vaina y el falso carbón. Todas estas enfermedades pueden ser endémicas en regiones extensas; su manejo se determinará en cada caso por su incidencia en el cultivo, el nivel de severidad y el estado de desarrollo de la planta. El adecuado manejo del suelo, la fertilización, las malezas y la utilización de riego, por lo general son prácticas suficientes.

Evaluación final de conocimientos

Orientaciones para el instructor

Al finalizar el estudio de la Unidad de Aprendizaje, el instructor realizará la evaluación final de conocimientos. El propósito de ésta es conocer el grado de aprovechamiento logrado por los participantes, o en qué medida se han cumplido los objetivos.

Una vez los participantes terminen la prueba, el instructor ofrecerá la información de retorno. Hay dos maneras de manejar esta información:

1. El instructor revisará las respuestas de los participantes, asignará un puntaje y devolverá la prueba a éstos. Inmediatamente conducirá una discusión acerca de las respuestas. Esta fórmula se emplea cuando la intención del instructor es hacer una evaluación sumativa.
2. El instructor presentará las respuestas correctas a las preguntas, para que cada participante las compare con aquellas que él escribió. El participante se calificará y el instructor recogerá la información de los puntajes obtenidos por todo el grupo. Enseguida conducirá una discusión sobre las respuestas dadas por los participantes, haciendo mayor énfasis en aquellas en las cuales la mayoría de los participantes incurrieron en error. Esta fórmula se utilizará cuando la intención del instructor es hacer una evaluación formativa.

Tanto de una manera como de la otra, el instructor deberá comparar el resultado obtenido en la exploración inicial de conocimientos con el de la exploración final de conocimientos y de esta forma determinar el aprovechamiento general logrado por el grupo.

Evaluación final de conocimientos

Instrucciones para el participante

Esta evaluación contiene una serie de preguntas relacionadas con diferentes aspectos de la Unidad de Aprendizaje cuyo estudio usted ha terminado. Tiene por objeto conocer el nivel obtenido en el logro de los objetivos y estimar el progreso alcanzado por los participantes durante la capacitación.

Nombre: _____

Fecha: _____

Responda las siguientes preguntas. En el caso de las opciones múltiples, encierre con un círculo la respuesta correcta.

1. Los componentes que intervienen en el desarrollo de una enfermedad son:
 - a. Planta, agente patógeno, medio ambiente
 - b. Variedad, hongo, clima
 - c. Especie, parásito, temperatura
 - d. Cultivo, nematodo, humedad relativa

2. La susceptibilidad de las plantas está determinada por:
 - a. El estado de desarrollo de la planta
 - b. Los postulados de Koch
 - c. La genética de la resistencia
 - d. La época de siembra

3. Para que un cultivo de arroz se enferme, además de plantas susceptibles el agente patógeno necesita:
 - a. Plantas débiles
 - b. Alta humedad relativa
 - c. Optimas condiciones ambientales
 - d. Alta densidad de siembra

4. Una vez el agente patógeno encuentra plantas susceptibles, el desarrollo de la enfermedad está limitado por:
 - a. La humedad relativa y la temperatura
 - b. Las condiciones ambientales y el estado de desarrollo
 - c. La precipitación, la humedad relativa y la temperatura
 - d. El estado de desarrollo y la densidad de siembra

5. Elabore un plan de manejo de la **piricularia** desde estas condiciones:

Variedad: Cica 8

Región: Llanos Orientales

6. Diga el nombre y el agente causante de tres enfermedades de importancia económica en el cultivo del arroz.

	Nombre de la enfermedad	Agente causante causal
a.	_____	_____
b.	_____	_____
c.	_____	_____

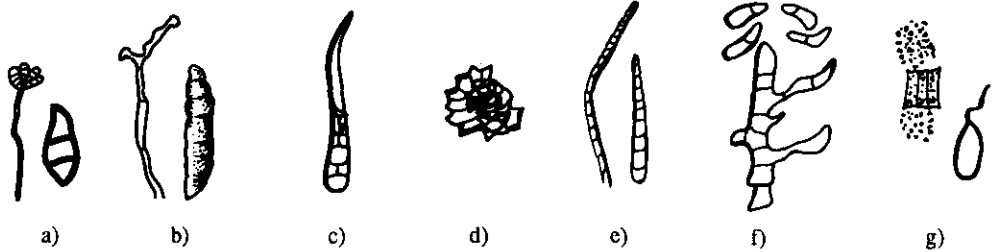
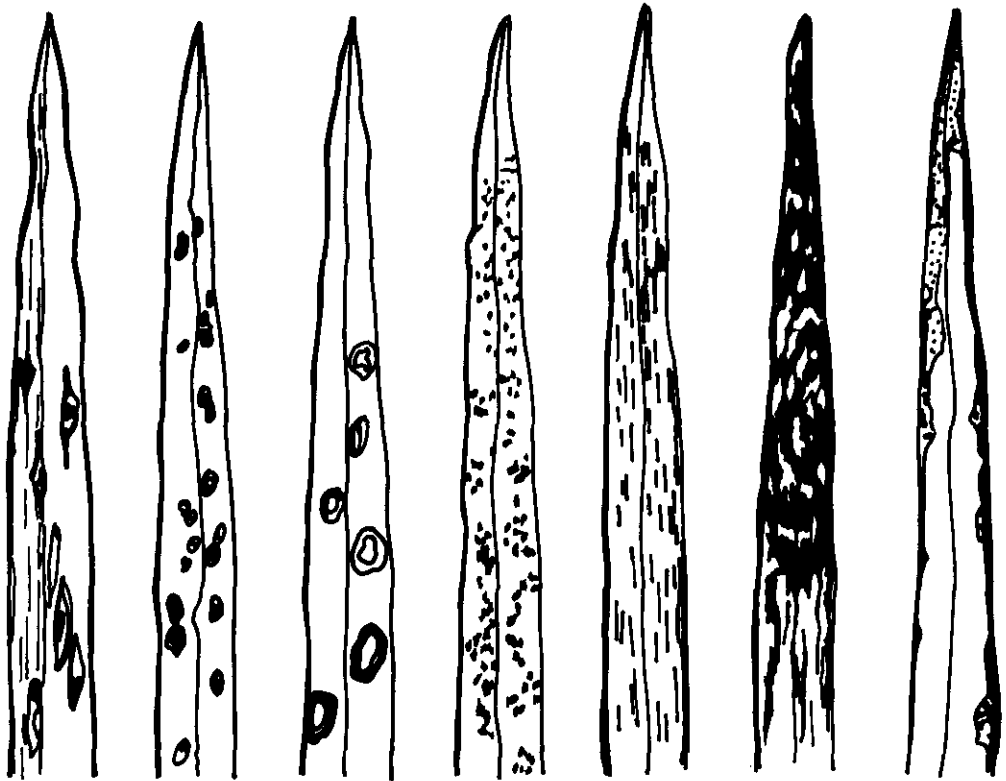
7. ¿Cómo le demostraría a un agricultor por qué no sembrar una variedad susceptible a una enfermedad específica, en una región con riesgo de infección? _____

8. En una siembra de Oryzica 3 en Saldaña usted encuentra 5% de infección causada por la piricularia, durante la maduración del grano. ¿Cuál sería su plan de manejo para este cultivo? _____

9. ¿Qué práctica de manejo recomendaría para un cultivo de la variedad Llanos 5, en el Piedemonte Llanero, con 25% de área foliar afectada por el escaldado de la hoja, durante la elongación del tallo? _____

10. Identifique con el nombre la enfermedad correspondiente, de acuerdo con los esquemas presentados.

- a. _____
- b. _____
- c. _____
- d. _____
- e. _____
- f. _____
- g. _____



Evaluación final de conocimientos - Información de retorno

1. a. Porque para que la enfermedad se presente es necesario que el agente patógeno encuentre una planta susceptible y receptiva y se den las condiciones ambientales favorables para su desarrollo.
2. c. La susceptibilidad está determinada por los genes de resistencia de la planta.
3. c. Porque, además de estos factores, la infección puede desarrollarse y causar enfermedad si el agente patógeno encuentra óptimas condiciones ambientales .
4. b. Porque el crecimiento de la planta consiste en etapas de desarrollo durante los cuales puede ser o no receptiva, y el agente patógeno necesita condiciones favorables para ser eficiente en la infección.
5. Sembrarla preferiblemente en riego, con semilla tratada, al inicio de la temporada de siembras en la región. Evaluar regularmente la incidencia de la enfermedad, especialmente hacia el inicio y durante todo el macollamiento. Determinar el riesgo de infección, para realizar una aplicación preventiva a la emergencia de la panícula.
6. Piricularia *Pyricularia grisea*
Añublo de la vaina *Rhizoctonia solani*
Manchado del grano Complejo de organismos y factores predisponentes
7. Dejaría una parcela sembrada con la variedad que haya seleccionado el agricultor en un área cercana al lote comercial. Compararía los niveles de infección en dicha variedad con los de la resistente, demostrando la desventaja de sembrarla comercialmente.
8. Organizar la cosecha oportuna.
9. Asegurarme que la infección no esté afectando las hojas más jóvenes del cultivo. Si las estuviera afectando, determinaría una evaluación durante la floración, para determinar de nuevo el nivel de afección y decidir sobre una posible aplicación de fungicidas.

10. a. Piricularia
- b. Mancha parda
- c. Alternariosis
- d. Carbón de la hoja
- e. Mancha lineal
- f. Escaldado de la hoja
- g. Añublo bacterial

Anexos

Anexos

	Página
Anexo 1. Evaluación del evento de capacitación	A-5
Anexo 2. Evaluación del desempeño de los instructores	A-8
Anexo 3. Evaluación de los instructores	A-10
Anexo 4. Productos químicos más usados para el control de agentes patógenos que afectan al cultivo del arroz.	A-14
Anexo 5. Tabla de logits	A-16
Anexo 6. Diapositivas que complementan la Unidad	A-17
Anexo 7. Transparencias para uso del instructor	A-19

Anexo 1 Evaluación del evento de capacitación

Nombre del evento: _____ Evento N° _____

Sede del evento: _____ Fecha: _____

Instrucciones

Deseamos conocer sus opiniones sobre diversos aspectos del evento que acabamos de realizar, con el fin de mejorarlo en el futuro.

No necesita firmar este formulario; de la sinceridad en sus respuestas depende en gran parte el mejoramiento de esta actividad.

La evaluación incluye dos aspectos:

a) La escala 0, 1, 2, 3 sirve para que usted asigne un valor a cada una de las preguntas .

0= Malo, inadecuado.

1= Regular, deficiente.

2= Bueno, aceptable

3= Muy bien, altamente satisfactorio.

b) Debajo de cada pregunta hay un espacio para comentarios de acuerdo con el puntaje asignado. Refiérase a los aspectos POSITIVOS y NEGATIVOS y deje en blanco los aspectos que no aplican en el caso de este evento.

1.0 Evalúe los objetivos del evento:

1.1 Según hayan correspondido a las necesidades (Institucionales y personales) que usted traía

0 1 2 3

Comentario: _____

1.2 De acuerdo con su logro en el evento

0 1 2 3

Comentario: _____

2.0 Evalúe los contenidos del curso según ellos hayan llenado los vacíos de conocimiento que usted traía al evento.

0	1	2	3
---	---	---	---

Comentario: _____

3.0 Evalúe las estrategias metodológicas empleadas:

3.1 Exposiciones de los instructores

0	1	2	3
---	---	---	---

3.2 Trabajos en grupo

0	1	2	3
---	---	---	---

3.3 Cantidad y calidad de los materiales de enseñanza

0	1	2	3
---	---	---	---

3.4 Sistema de evaluación

0	1	2	3
---	---	---	---

3.5 Prácticas en el aula

0	1	2	3
---	---	---	---

3.6 Prácticas de campo/laboratorio

0	1	2	3
---	---	---	---

3.7 Ayudas didácticas (papelógrafo, proyector, videos etc)

0	1	2	3
---	---	---	---

3.8 Giras/visitas de estudio

0	1	2	3
---	---	---	---

Comentario: _____

4.0 Evalúe la aplicabilidad (utilidad) de lo aprendido en su trabajo actual o futuro

0	1	2	3
---	---	---	---

Comentario: _____

5.0 Evalúe la coordinación local del evento

5.1 Información a participantes

0	1	2	3
---	---	---	---

5.2 Cumplimiento de horarios

0	1	2	3
---	---	---	---

5.3 Cumplimiento de programa

0	1	2	3
---	---	---	---

5.4 Conducción del grupo

0	1	2	3
---	---	---	---

5.5 Conducción de actividades

0	1	2	3
---	---	---	---

5.6 Apoyo logístico (equipos, materiales papelería)

0	1	2	3
---	---	---	---

Comentario: _____

6.0 Evalúe la duración del evento en relación con los objetivos propuestos y el contenido del mismo

0	1	2	3
---	---	---	---

Comentario: _____

7.0 Evalúe otras actividades y/o situaciones no académicas que influyeron positiva o negativamente en el nivel de satisfacción que usted tuvo durante el evento

7.1 Alojamiento

0	1	2	3
---	---	---	---

7.2 Alimentación

0	1	2	3
---	---	---	---

7.3 Sede del evento y sus condiciones logísticas

0	1	2	3
---	---	---	---

7.4 Transporte

0	1	2	3
---	---	---	---

Comentario: _____

8.0 Exprese sugerencias precisas para mejorar este evento.

8.1 Académicas (conferencias, materiales, prácticas)

a. _____

b. _____

c. _____

8.2 No académicas (transporte, alimentación, etc)

a. _____

b. _____

c. _____

ACTIVIDADES FUTURAS

9.0 ¿Durante el desarrollo de este curso los participantes planificaron la aplicación o la transferencia de lo aprendido al regresar a sus puestos de trabajo?

¿En qué forma? _____

10.0 ¿Qué actividades realizará usted a corto plazo en su institución para transferir o aplicar lo aprendido en el evento? _____

11.0 ¿De qué apoyo (recursos) necesitará para poder ejecutar las actividades de transferencia o de aplicación de lo aprendido? _____

Anexo 2 Evaluación del desempeño de los instructores¹

Fecha _____

Nombre del instructor _____

Tema(s) desarrollado(s) _____

Instrucciones:

A continuación aparece una serie de descripciones de comportamientos que se consideran deseables en un buen instructor. Por favor, señale sus opiniones sobre el instructor mencionado en este formulario, marcando una "X" frente a cada una de las frases que lo describan.

Marque una **X** en la columna **SI** cuando usted esté seguro de que ese comportamiento estuvo presente en la conducta del instructor.

Marque una **X** en la columna **NO** cuando usted esté seguro de que no se observó ese comportamiento.

Este formulario es anónimo para facilitar su sinceridad al emitir sus opiniones:

1. Organización y claridad

El instructor...

SI NO

- | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1.1 Presentó los objetivos de la actividad | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.2 Explicó la metodología para realizar la(s) actividad(es) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.3 Respetó el tiempo previsto | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.4 Entregó material escrito sobre su presentación | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.5 Siguió una secuencia clara en su exposición | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.6 Resumió los aspectos fundamentales de su presentación | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.7 Habló con claridad y tono de voz adecuados | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.8 Las ayudas didácticas que utilizó facilitaron la comprensión del tema | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.9 La cantidad de contenido presentado facilitó el aprendizaje | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

2. Dominio del tema

- | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 2.10 Se mostró seguro de conocer la información presentada | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2.11 Respondió las preguntas de la audiencia con propiedad | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

¹ Para la tabulación y elaboración del informe acerca de la evaluación del desempeño de los instructores referirse al Anexo 3 en donde se encuentran las instrucciones

	SI	NO
2.12 Dio referencias bibliográficas actualizadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.13 Relacionó los aspectos básicos del tema con los aspectos prácticos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.14 Proporcionó ejemplos para ilustrar el tema expuesto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.15 Centró la atención de la audiencia en los contenidos más importantes del tema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 3. Habilidades de interacción		
3.16 Estableció comunicación con los participantes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.17 El lenguaje empleado estuvo a la altura de los conocimientos de la audiencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.18 Inspiró confianza para preguntarle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.19 Demostró interés en el aprendizaje de la audiencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.20 Estableció contacto visual con la audiencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.21 Formuló preguntas a los participantes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.22 Invitó a los participantes para que formularan preguntas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.23 Proporcionó información de retorno inmediata a las respuestas de los participantes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.24 Se mostró interesado en el tema que exponía	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.25 Mantuvo las intervenciones de la audiencia dentro del tema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 4. Dirección de la práctica² (Campo/Laboratorio/Taller/Aula)		
La persona encargada de dirigir la práctica...		
4.26 Precisó los objetivos de la práctica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.27 Seleccionó/acondicionó el sitio adecuado para la práctica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.28 Organizó a la audiencia de manera que todos pudieran participar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.29 Explicó y/o demostró la manera de realizar la práctica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.30 Tuvo a su disposición los materiales demostrativos y/o los equipos necesarios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.31 Entregó a los participantes los materiales y/o equipos necesarios para practicar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.32 Entregó a los participantes un instructivo (guía) para realizar la práctica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.33 Supervisó atentamente la práctica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.34 Los participantes tuvieron la oportunidad de practicar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

² Se evalúa a la persona a cargo de la dirección de la práctica. Se asume la dirección general de la misma por parte del instructor encargado del tema en referencia.

Anexo 3 Evaluación de los instructores

Instrucciones

La evaluación del instructor --en general, dirigida por él mismo-- representa una información de retorno valiosa que le indica cómo ha sido percibido por la audiencia. El formulario que aparece en el Anexo 2 (Evaluación del desempeño de los instructores) contiene un total de 34 ítems que se refieren a cuatro áreas sobre las cuales se basa una buena dirección del aprendizaje. Todo instructor interesado en perfeccionar su desempeño debería aplicar a los capacitandos un formulario como éste. En los cursos que cuentan con muchos instructores, y donde cada uno de ellos tiene una participación limitada, de dos horas o menos, será necesario aplicar -esta vez por parte del coordinador del curso- un formulario más breve. En todos los casos la información recolectada por este medio beneficiará directamente al instructor.

Tabulación de datos y perfil de desempeño

En la página A-13 se presenta una reproducción de la hoja en que el instructor o el coordinador del curso escribe los datos que se obtienen del formulario de evaluación de instructores mencionado anteriormente (Anexo 2). Para esta explicación vamos a asumir que el formulario se ha aplicado a un total de 10 participantes.

Para tabular los datos se procede de la siguiente manera:

1. Por cada respuesta afirmativa se asigna un punto en la respectiva casilla. Sabiendo que fueron 10 los que contestaron el formulario, esto quiere decir que cada vez que se observen casillas con seis puntos o menos, el instructor podría mejorar en ese aspecto. Siguiendo el ejemplo, si el total de puntos para la primera fila de "Organización y Claridad" es 90 (100%) y un instructor es evaluado con un puntaje de 63 puntos (70%) indicaría que ésta es un área donde puede mejorar.
2. Con base en los datos de la tabulación se tramita el casillero central de la hoja, para establecer el porcentaje obtenido por el instructor en cada área evaluada.

En las casillas de 100% anote el puntaje que se obtendría si todos los participantes respondieran SI en todos los ítems. Para el caso de N = 10 tendríamos:

100%

90
60
100
90

En las casillas Número de Puntos se anota el puntaje "real" obtenido por el instructor en cada área, por ejemplo:

100%	No. puntos
90	45
60	40
100	80
90	60

Finalmente, se establece el porcentaje que el número de puntos representa frente al "puntaje ideal" (100%) y se escribe en las casillas de %.

Cuando n=10

100%	No. puntos	%
90	45	50
60	40	67
100	80	80
90	60	67

3. En la rejilla del lado derecho se puede graficar la información que acabamos de obtener para un instructor determinado. También se puede indicar, con una línea punteada, el promedio de los puntajes de los otros instructores en el mismo evento de capacitación:

Este perfil le indicaría al instructor un mejor desempeño en “habilidades de interacción” y su mayor debilidad en la “organización y claridad”. También le indicaría que en las cuatro áreas evaluadas su puntaje es menor que el promedio del resto de los instructores del mismo evento.

4. El coordinador del curso puede escribir sus comentarios y enviar el informe, con carácter confidencial, a cada instructor. Así, cada uno podrá conocer sus aciertos y las áreas en las cuales necesita realizar un esfuerzo adicional si desea mejorar su desempeño como instructor.

Una buena muestra para evaluar está constituida por 10 participantes. En un grupo grande ($N = 30$) no todos los participantes deben evaluar a cada uno de los instructores. El grupo total puede así evaluar tres de ellos.

Evaluación de los Instructores*

Informe

Nombre del instructor: _____ Tema(s): _____

Fecha: _____ Desarrollado (s): _____

	Nº									100% Puntos			%					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	100%	Puntos	%	1	2	3	4	100	
Organización y Claridad																	90	
Conocimiento del Tema	10	11	12	13	14	15											80	
Habilidades de Interacción	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25								70
Dirección de la Práctica	26	27	28	29	30	31	32	33	34								60	
																	50	
																	40	

Comentarios del Coordinador _____

*Promedio de Instructores se indica con una línea roja

Firma Coordinador Curso

Anexo 4 Productos químicos utilizados en Colombia para el control de agentes patógenos que afectan el cultivo del arroz

Nombre comercial	Ingrediente activo	Actividad	Agentes patógenos controlados o prevenidos
Sumi 8 5%	Diniconazole	Sistémico	<i>Pyricularia grisea</i>
Duter 20%	Fentin hidróxido de estaño	Protectante	<i>Gerlachia oryzae</i>
Benlate	Benomyl	Sistémico	<i>Cercospora</i> spp., <i>Gerlachia oryzae</i> , <i>Pyricularia grisea</i>
Antracol 70 PM	Propineb	Preventivo	<i>Cercosporas</i> spp., <i>Curvularia</i> spp., <i>Helminthosporium</i> spp., <i>Pyricularia grisea</i>
Octave 50 PM	Prochloraz - Cloruro de manganeso	Protectante	<i>Cercospora</i> spp., <i>Gerlachia oryzae</i> , <i>Helminthosporium</i> spp., <i>Pyricularia grisea</i> ,
Punch	Flusilazole	Sistémico	<i>Cercospora</i> spp., <i>Helminthosporium</i> spp., <i>Rhizoctonia</i> spp.
Derosal/Bavistin	Carbendacim	Sistémico	<i>Cercospora</i> spp., <i>Pyricularia grisea</i>
Mertect 450	Thiabendazole	Protectante	<i>Pyricularia grisea</i> , <i>Cercospora</i> spp., <i>Rhizoctonia</i> spp.
Tilt 250	Propiconazole	Sistémico	<i>Helminthosporium</i> spp., <i>Rhizoctonia</i> spp.
Bayleton	Triadimefon	Sistémico	<i>Gerlachia oryzae</i>
Funcozeb / Dithane M45	Mancozeb	Protectante	<i>Pyricularia grisea</i> , <i>Cercospora</i> spp., <i>Helminthosporium</i> spp.
Calidan	Iprodione	Protectante	<i>Rhizoctonia</i> spp.
Brestanid 500	Fentin hidróxido	Sistémico	<i>Pyricularia grisea</i> , <i>Cercospora</i> spp., <i>Helminthosporium</i> spp., <i>Gerlachia oryzae</i>
Bravo 720 / Clortosip 75 PM	Chlorothalonil	Sistémico	<i>Gerlachia oryzae</i> , <i>Helminthosporium</i> spp., <i>Cercospora</i> spp.,

Nombre comercial	Ingrediente activo	Actividad	Agentes patógenos controlados o prevenidos
Bim 75 PM	Tricyclazole	Sistémico	<i>Pyricularia grisea</i>
Tifon 212.5 EC	Propiconazole + Piroquilone	Sistémico	<i>Helminthosporium spp.</i> , <i>Pyricularia grisea</i>
Kasumin plus	Kasugamycin + Phosdiphen	Sistémico Protectante	<i>Pyricularia grisea</i> , <i>Helminthosporium spp.</i> , <i>Cercospora spp.</i>
Fongoren 500 WP	Piroquilone	Sistémico	<i>Pyricularia grisea</i>
Hinosan	Edifenphos	Protectante	<i>Pyricularia grisea</i> , <i>Rhizoctonia spp.</i>
Validacin	Validamicina	Antibiótico	<i>Rhizoctonia spp.</i>
Blas	Blasticidina	Protectante	<i>Pyricularia grisea</i>
Topsin - M	Thiophanate-Methyl	Sistémico	<i>Pyricularia grisea</i> , <i>Rhizoctonia spp.</i>

Anexo 5 Tabla de logit

Tabla de $\pm \text{Log}_e(x/1-x)$ o logits^{a/} (Para x menores de 0.50 en la izquierda, logaritmo negativo. Para x mayores de 0.50 en la derecha, logaritmo positivo)

x	Miles para X en la columna de la izquierda											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
.00		6.90675	6.21261	5.80614	5.51745	5.29330	5.10998	4.95482	4.82028	4.70149	4.59512	.99
.01	4.59512	4.49880	4.41078	4.32972	4.25460	4.18459	4.11904	4.05740	3.99922	3.94413	3.89182	.98
.02	3.89182	3.84201	3.79447	3.74899	3.70541	3.66356	3.62331	3.58455	3.54715	3.51103	3.47610	.97
.03	3.47610	3.44228	3.40950	3.37769	3.34680	3.31678	3.28757	3.25914	3.23143	3.20441	3.17805	.96
.04	3.17805	3.15232	3.12718	3.10260	3.07857	3.05505	3.03202	3.00947	2.98736	2.96569	2.94444	.95
.05	2.94444	2.92358	2.90311	2.88301	2.86326	2.84385	2.82477	2.80601	2.78756	2.76941	2.75154	.94
.06	2.75154	2.73394	2.71662	2.69955	2.68273	2.66616	2.64982	2.63371	2.61783	2.60215	2.58669	.93
.07	2.58669	2.57143	2.55637	2.54149	2.52681	2.51231	2.49798	2.48382	2.46984	2.45601	2.44235	.92
.08	2.44235	2.42884	2.41548	2.40227	2.38920	2.37627	2.36348	2.35083	2.33830	2.32591	2.31363	.91
.09	2.31363	2.30149	2.28946	2.27754	2.26574	2.25406	2.24248	2.23101	2.21965	2.20839	2.19722	.90
.10	2.19722	2.18616	2.17520	2.16433	2.15355	2.14286	2.13227	2.12176	2.11133	2.10100	2.09074	.89
.11	2.09074	2.08057	2.07047	2.06046	2.05052	2.04066	2.03087	2.02115	2.01151	2.00193	1.99243	.88
.12	1.99243	1.98299	1.97363	1.96432	1.95508	1.94591	1.93680	1.92775	1.91876	1.90983	1.90096	.87
.13	1.90096	1.89215	1.88339	1.87469	1.86605	1.85745	1.84892	1.84043	1.83200	1.82362	1.81529	.86
.14	1.81529	1.80701	1.79878	1.79059	1.78246	1.77437	1.76632	1.75833	1.75037	1.74247	1.73460	.85
.15	1.73460	1.72678	1.71900	1.71126	1.70357	1.69591	1.68830	1.68072	1.67318	1.66569	1.65823	.84
.16	1.65823	1.65081	1.64342	1.63607	1.62876	1.62149	1.61425	1.60704	1.59987	1.59273	1.58563	.83
.17	1.58563	1.57856	1.57152	1.56451	1.55754	1.55060	1.54369	1.53681	1.52996	1.52314	1.51635	.82
.18	1.51635	1.50959	1.50286	1.49615	1.48948	1.48283	1.47621	1.46962	1.46306	1.45652	1.45001	.81
.19	1.45001	1.44353	1.43707	1.43063	1.42423	1.41784	1.41148	1.40515	1.39884	1.39256	1.38629	.80
.20	1.38629	1.38006	1.37384	1.36765	1.36148	1.35533	1.34921	1.34310	1.33702	1.33096	1.32493	.79
.21	1.32493	1.31891	1.31291	1.30691	1.30098	1.29505	1.28913	1.28324	1.27736	1.27150	1.26567	.78
.22	1.26567	1.25985	1.25405	1.24827	1.24251	1.23676	1.23104	1.22533	1.21964	1.21397	1.20831	.77
.23	1.20831	1.20267	1.19705	1.19145	1.18586	1.18029	1.17474	1.16920	1.16368	1.15817	1.15268	.76
.24	1.15268	1.14720	1.14175	1.13630	1.13087	1.12546	1.12006	1.11468	1.10931	1.10395	1.09861	.75
.25	1.09861	1.09329	1.08797	1.08268	1.07739	1.07212	1.06686	1.06162	1.05639	1.05117	1.04597	.74
.26	1.04597	1.04078	1.03560	1.03043	1.02528	1.02014	1.01501	1.00990	1.00479	0.99970	0.99462	.73
.27	0.99462	0.98955	0.98450	0.97945	0.97442	0.96940	0.96439	0.95939	0.95440	0.94943	0.94446	.72
.28	0.94446	0.93951	0.93456	0.92963	0.92471	0.91979	0.91489	0.91000	0.90512	0.90025	0.89538	.71
.29	0.89538	0.89053	0.88569	0.88086	0.87604	0.87122	0.86642	0.86162	0.85684	0.85206	0.84730	.70
.30	0.84730	0.84254	0.83779	0.83305	0.82832	0.82360	0.81889	0.81418	0.80949	0.80480	0.80012	.69
.31	0.80012	0.79545	0.79079	0.78613	0.78148	0.77685	0.77222	0.76759	0.76298	0.75837	0.75377	.68
.32	0.75377	0.74918	0.74460	0.74002	0.73545	0.73089	0.72633	0.72179	0.71724	0.71271	0.70819	.67
.33	0.70819	0.70367	0.69915	0.69465	0.69015	0.68566	0.68117	0.67669	0.67222	0.66775	0.66329	.66
.34	0.66329	0.65884	0.65439	0.64995	0.64552	0.64109	0.63667	0.63225	0.62784	0.62344	0.61904	.65
.35	0.61904	0.61465	0.61026	0.60588	0.60150	0.59713	0.59277	0.58841	0.58406	0.57971	0.57536	.64
.36	0.57536	0.57103	0.56669	0.56237	0.55804	0.55373	0.54942	0.54511	0.54081	0.53651	0.53222	.63
.37	0.53222	0.52793	0.52365	0.51937	0.51509	0.51083	0.50656	0.50230	0.49805	0.49379	0.48955	.62
.38	0.48955	0.48531	0.48107	0.47683	0.47260	0.46838	0.46416	0.45994	0.45573	0.45152	0.44731	.61
.39	0.44731	0.44311	0.43891	0.43472	0.43053	0.42634	0.42216	0.41798	0.41381	0.40963	0.40547	.60
.40	0.40547	0.40130	0.39714	0.39298	0.38883	0.38467	0.38053	0.37638	0.37224	0.36810	0.36397	.59
.41	0.36397	0.35983	0.35570	0.35158	0.34745	0.34333	0.33922	0.33510	0.33099	0.32688	0.32277	.58
.42	0.32277	0.31867	0.31457	0.31047	0.30637	0.30228	0.29819	0.29410	0.29002	0.28593	0.28185	.57
.43	0.28185	0.27777	0.27370	0.26962	0.26555	0.26148	0.25741	0.25335	0.24928	0.24522	0.24116	.56
.44	0.24116	0.23710	0.23305	0.22900	0.22494	0.22089	0.21685	0.21280	0.20875	0.20471	0.20067	.55
.45	0.20067	0.19663	0.19259	0.18856	0.18452	0.18049	0.17646	0.17243	0.16840	0.16437	0.16034	.54
.46	0.16034	0.15632	0.15229	0.14827	0.14425	0.14023	0.13621	0.13219	0.12818	0.12416	0.12014	.53
.47	0.12014	0.11613	0.11212	0.10811	0.10409	0.10008	0.09607	0.09206	0.08806	0.08405	0.08004	.52
.48	0.08004	0.07604	0.07203	0.06803	0.06402	0.06002	0.05601	0.05201	0.04801	0.04401	0.04001	.51
.49	0.04001	0.03600	0.03200	0.02800	0.02400	0.02000	0.01600	0.01200	0.00800	0.00400	0.00000	.50
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	x

La tabla de logits de Berkson (1953) es producida con autorización del Dr. Joseph Berkson, de la División de Biometría y Estadística Médica de la Clínica Mayo, Rochester, Minnesota y del editor de la Revista de la Asociación Americana de Estadística.

Anexo 6 Diapositivas que complementan la Unidad

SECUENCIA 1

- 1.1. Planta ornamental con síntomas de virus
- 1.2. Componentes básicos de la enfermedad
- 1.3. La cultura del cultivo del arroz
- 1.4. Esquema para el diagnóstico presuntivo
- 1.5. Ambiente general del cultivo en los Llanos Orientales
- 1.6. Concepto de enfermedad en el tiempo

SECUENCIA 2

- 2.1. Microambiente y síntomas de piricularia
- 2.2. Variedades de arroz cultivadas en Colombia
- 2.3. Desarrollo de las lesiones causadas por la piricularia
- 2.4. Valor logarítmico del área foliar afectada en Metica 1 y tasas aparentes de infección
- 2.5. Curvas del progreso de la piricularia en tres variedades
- 2.6. Estado avanzado del ataque de piricularia
- 2.7. Curvas del progreso de la piricularia en Metica 1, después de tratamientos
- 2.8. Contraste entre variedades resistentes y susceptibles a la piricularia
- 2.9. Curvas del progreso de la piricularia en Oryzica 1, con diferentes tratamientos a la semilla.
- 2.10. Curvas del progreso de la piricularia en Metica 1, con diferentes tratamientos a la semilla.
- 2.11. Contraste de la infección en plantas con diferentes tratamientos a la semilla

- 2.12. Curvas del progreso de la piricularia en panículas, con diferentes tratamientos
- 2.13. Síntomas de piricularia en el cuello de la panícula
- 2.14. Esclerocios de *Rhizoctonia*
- 2.15. Síntoma de añublo de la vaina
- 2.16. Residuos de cosecha
- 2.17. Preparación del suelo para siembra
- 2.18. Lesiones causadas por el manchado del grano en las glumas
- 2.19. Lesiones causadas por el manchado del grano en endospermos
- 2.20. Crecimiento micelial en el endospermo

SECUENCIA 3

- 3.1. Plantas con síntomas de hoja blanca
- 3.2. Plántulas con *Tagosodes orizicolus*
- 3.3. Plantas con síntomas de hoja blanca
- 3.4. Curva del progreso del escaldado
- 3.5. Plantas con síntomas de escaldado
- 3.6. Planta con síntomas de mancha parda
- 3.7. Planta en el estado de maduración con síntomas de mancha parda
- 3.8. Glumas vacías con *Helminthosporium* spp. esporulando
- 3.9. Plantas con síntomas de pudrición del tallo
- 3.10. Planta con síntomas de pudrición de la vaina
- 3.11. Plantas con síntomas de falso carbón
- 3.12. Panícula con síntomas de falso carbón
- 3.13. Plantas con síntomas de mancha lineal
- 3.14. Plantas con síntomas de alternariosis

Anexo 7 Transparencias para el uso del instructor

1. Flujograma para el estudio de la Unidad
2. Objetivo terminal
3. Dibujo de síntomas de enfermedades para identificación de los agentes causantes
4. Exploración de conocimientos - Información de retorno

SECUENCIA 1

- 1.1 Flujograma de la Secuencia 1
- 1.2 Mapa de Colombia con regiones geográficas. (Figura)
- 1.3 Variaciones mensuales de brillo solar, temperatura, humedad relativa y precipitación en La Libertad, Piedemonte Llanero, Colombia. (Figura)
- 1.4 Variaciones mensuales de temperatura, humedad relativa y precipitación en Valles Intermedios. (Figura)
- 1.5 Variaciones mensuales de temperatura, humedad relativa y precipitación en la Costa Atlántica (Figura)

SECUENCIA 2

- 2.1 Flujograma de la Secuencia 2.
- 2.2 Tipo y porcentaje de área foliar afectada por lesiones de piricularia en hojas de arroz. (Figura)
- 2.3 Arbol genealógico de las variedades comerciales en Colombia. (Figura)
- 2.4 Cuadro. Porcentaje de área sembrada con las variedades de arroz cultivadas en Colombia, 1964-1988.
- 2.5 Afección causada por la piricularia en hojas jóvenes de tres variedades de arroz, en surcos con 120 kg/ha de semilla . Santa Rosa, Meta. 1986. (Figura)

- 2.6 Cuadro. Número total de conidias producidas por lesiones en hojas de ocho variedades colombianas (En centeneres).
- 2.7 Afección causada por la piricularia en Oryzica 1, con número de tratamientos a la semilla. La Libertad, 1986. (Figura)
- 2.8 Afección causada por la piricularia en Metica 1, con diferentes tratamientos a la semilla. (Figura)
- 2.9 Cuadro. Frecuencia de la piricularia en la panícula, en tres variedades de arroz, con diferentes tratamientos.
- 2.10 Penetración del micelio en la planta de arroz y dirección del crecimiento del agente patógeno en la planta. (Figura)
- 2.11 Ciclo de vida del agente patógeno del añublo de la vaina. (Figura)
- 2.12 Escala de evaluación para el añublo de la vaina, IRR, 1986
- 2.13 Cantidad de conidias de *Helminthosporium* sp. atrapadas semanalmente entre octubre y diciembre de 1985, en trampas de 400 mm² con inclinaciones de 120° y 135°. Santa Rosa 1985.
- 2.14 Secciones de área de hojas de arroz, de variedades colombianas, según el estado de desarrollo de la planta. (Figura)

SECUENCIA 3

- 3.1 Flujograma de la Secuencia 3.
- 3.2 Cuadro. Fuente de resistencia genética al virus de la hoja blanca.
- 3.3 Cuadro. Productos químicos más usados para el control de agentes patógenos que afectan al cultivo del arroz. (3)
- 3.4 Enfermedades comunes del follaje en el arroz. (Figura)
- 3.5 Exploración final de conocimientos - información de retorno