



MANUAL DE RECOMENDACIONES TÉCNICAS

CULTIVO DE ARROZ

(Oryza sativa)

Compilado por:

Ing. Roberto Tinoco Mora

Ing. Alonso Acuña Chinchilla

San José, Costa Rica
2009

Compilado por:

Ing. Roberto Tinoco Mora
Ing. Alonso Acuña Chinchilla

Editado por:

Ing. Laura Ramírez Cartín MSc.
Ing. Juanita Morúa Miranda

Comité Editorial INTA:

Ing. Laura Ramírez Cartín MSc.
Ing. Nevio Bonilla Morales MSc.
Ing. Carlos Hidalgo Ardón MSc.
Ing. Juan Mora Montero MSc.

Autores Temáticos:

Agronomía y variedades: Roberto Tinoco Mora, INTA.
Clima y Suelos: Renato Jiménez Zúñiga, INTA.
Malerbología: Hernán Castro Espitia, INTA.
Alonso Acuña Chinchilla, INTA.
Entomología: Ruth León González, INTA.
Fitopatología: Joaquín Salazar Marchena, INTA.
Nematología: Tomas Rojas Miranda, MAG-SFE.
Roberto Tinoco Mora, INTA.
Transferencia tecnología: Laura Ramírez Cartín, INTA.

Fotografías:

Ruth León González
Roberto Tinoco Mora
Alonso Acuña Chinchilla
Hernán Castro Espitia
Joaquín Salazar Marchena

633.1

159m

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología
Agropecuaria
Manual de recomendaciones del cultivo de arroz.-San José,
C.R. : INTA, 2008.

p 78.

ISBN 978-9968-586-02-3

ORYZA SATIVA; CULTIVO; MANEJO DEL CULTIVO
1. Título

INDICE

TEMAS

Página

Capítulo I	9
1. Introducción	9
2. Origen	9
3. Clasificación botánica	10
4. Importancia del cultivo	10

Capítulo II	10
--------------------------	-----------

CLIMA Y SUELO

1. Requerimientos agroecológicos	10
2. Épocas de siembra por región	11
3. Zonificación agroecológica	12

Capítulo III	15
---------------------------	-----------

AGRONOMÍA

1. Variedades	15
2. Semilla	20
3. Riego	20
4. Suelos	21
5. Manejo de la plantación	26
6. Siembra	28

Capítulo IV	33
--------------------------	-----------

FERTILIZACIÓN

1. Fertilización con fósforo y potasio	34
2. Fertilización con nitrógeno	35
3. Fertilización con otros nutrimentos	38
4. Toxicidad de hierro	39

Capítulo V	40
-------------------------	-----------

FITOPROTECCIÓN

1. Malezas	40
2. Insectos y ácaros dañinos y su combate	51
3. Enfermedades y su combate	60
4. Nemátodos	68

Capítulo VI	70
--------------------------	-----------

COSECHA

Literatura consultada	72
-----------------------------	----

Indice de Cuadros

Cuadro 1.	Temperaturas críticas en las diferentes etapas de crecimiento del arroz.	11
Cuadro 2.	Épocas de siembra recomendadas para el cultivo del arroz.	12
Cuadro 3.	Jerarquización de las variables climáticas utilizadas en la zonificación del cultivo.	13
Cuadro 4.	Jerarquización de las variables fisioedáficas utilizadas en la zonificación del cultivo.	14
Cuadro 5.	Superficie de Costa Rica (ha) con mayor aptitud agroecológica para el cultivo de arroz.	14
Cuadro 6.	Características de las variedades de arroz más utilizadas en Costa Rica, 2008.	18
Cuadro 7.	Variedades de arroz inscritas por la Empresa Privada en la Oficina Nacional de Semillas.	19
Cuadro 8.	Permeabilidad del suelo y cantidad de agua (l/seg/ha) requerida para mantenerlo inundado.	22
Cuadro 9.	Parámetros para la determinación de la aptitud de uso de los suelos adaptados de la metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica.	24
Cuadro 10.	Prácticas y medidas agroconservacionistas para el cultivo de arroz bajo anegamiento en función de la aptitud de uso de los suelos.	24
Cuadro 11.	Niveles críticos de fósforo y potasio en los suelos arroceros de Costa Rica y la recomendación de fertilización para una producción de 6 t/ha.	35
Cuadro 12.	Fertilización nitrogenada para el cultivo del arroz en Costa Rica, según la variedad y el sistema de cultivo.	36
Cuadro 13.	Principales fuentes de nitrógeno utilizadas para arroz cultivado en condiciones de secano.	38
Cuadro 14.	Herbicidas con uso autorizado en arroz.	44
Cuadro 15.	Alternativas químicas dentro de un programa de manejo del arroz maleza rojo.	48

Presentación

En el año 2.030 la humanidad habrá alcanzado casi nueve mil millones de habitantes donde se tendrá que producir una tercera parte más de alimento, basada principalmente en un aumento de productividad por área, ya que la tierra y el agua disponibles serán cada vez más escasas. Los esfuerzos para evitar la carencia de alimentos en el futuro empiezan hoy, de ahí que es necesario en primera instancia tener la cultura de la producción, donde es importante el productor y la condición productiva de su medio ecológico. Además, es importante que las generaciones futuras hereden el conocimiento técnico y científico de la producción, ya que es por medio de la innovación tecnológica que se realizan los cambios sustantivos para ser más competitivos en la agricultura.

Las exigencias que la sociedad moderna plantea en la actualidad, demandan una respuesta rápida y más cuando éstas provienen de los sectores más necesitados, principalmente de aquellos que claman por alimento. Por esta razón, la seguridad alimentaria del país requiere todo el apoyo necesario del gobierno, para que los programas de investigación puedan ofrecer a los productores, tecnologías adecuadas y semillas de calidad en diversos rubros, para ser más productivos y ofrecer a los consumidores, precios justos en los productos agrícolas necesarios para su alimentación.

La sociedad reclama un desarrollo sostenible, lo que conlleva, bajo una concepción holística, una sostenibilidad que abarca lo económico, lo social y lo ambiental. El gran desafío actual es investigar, crear, experimentar y adaptar tecnologías que permitan producir a menores costos, pero con mayores rendimientos, productos más sanos, de mejor calidad, con mayor competitividad y que a su vez aseguren la sostenibilidad económica sin impactos desfavorables al ambiente. Este tipo de tecnología coadyuvará a preservar la calidad y salud de nuestros recursos básicos: biológicos, aire, agua, suelo y garantizará alimentos y vida sana para la sociedad actual y para las generaciones futuras.

Ajustarse a las exigencias de este nuevo paradigma, no es solo un requisito de los mercados externos, sino también del mercado local; es bajo esta visión que debe diseñarse y orientarse la estrategia de la investigación, del desarrollo científico y tecnológico para el mundo actual y futuro.

Lo anterior nos introduce en otro aspecto a destacar: la innovación científica y tecnológica de procesos y de productos como la base del desarrollo que sostiene y satisface las necesidades de una sociedad próspera.

La investigación agrícola es una cuestión de política pública, que compromete al Estado y a la sociedad en su conjunto. El estado costarricense está comprometido con la investigación agrícola y la innovación tecnológica. Por esta razón, en 1996, por decreto ejecutivo fue creado el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria, donde participan instituciones nacionales del sector agropecuario, sector académico, organizaciones de pequeños productores y cámaras empresariales. La instancia técnica de este Sistema son los Programas de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PITTA) en diversos cultivos. El Instituto Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología

Agropecuaria (INTA), creado por Ley 8149 apoya las acciones conjuntas para ofrecer al país nuevas variedades comerciales e implementar nuevas tecnologías para coadyuvar en el logro de una mayor competitividad del productor nacional. Este es el objetivo fundamental del presente documento.

Este Sistema constituye una gran fortaleza para el país, ya que ello significa trabajar juntos, formar alianzas, unir recursos y compartir responsabilidades. Esta visión de trabajo conjunto con el usuario, asegura el éxito de las actividades, principalmente en el campo de la innovación tecnológica, que debe ser el punto donde converjan los intereses de técnicos, científicos, productores, industriales y el interés final de los consumidores y en donde los aspectos de inocuidad y trazabilidad de los alimentos, garanticen una mejor calidad de vida.

La escalada de los precios de los alimentos de consumo básico, como consecuencia, entre otras cosas, de: los altos precios del petróleo, la reducción en las reservas alimentarias, una mayor demanda de las economías en crecimiento y la reorientación del destino de la producción de algunos alimentos para producir biocombustibles; ya ha impactado los precios de los alimentos en Costa Rica.

El Plan Nacional de Alimentos que impulsa el gobierno a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería y demás instituciones del Sector Agropecuario, constituye una iniciativa seria y responsable, donde se prevén las necesidades de los productores, principalmente tecnológicas, que constituyen las herramientas de conocimientos para ser más productivos y ofrecer a la sociedad la disponibilidad de alimento necesarios para su consumo diario. Los avances logrados en los últimos años, tanto en la reducción de la pobreza como en el logro de un vínculo más estable de la producción agropecuaria con los mercados internacionales, se ven hoy amenazados por el aumento en los precios de los alimentos y sus implicaciones sobre la producción nacional y especialmente sobre las familias vulnerables y los pequeños productores agrícolas. Este enfoque integral, pretende minimizar el riesgo alimentario en la población más afectada, persiguiendo un principio solidario, mediante la articulación de las iniciativas del sector público, privado, la cooperación internacional, la academia y las iniciativas centroamericanas.

En el Sector Social, el Plan Nacional de Alimentos se articula con las metas sectoriales tendientes a reducir las asimetrías en los niveles de desarrollo social, y el establecimiento de una agenda de compromisos sociales en materia de lucha contra la pobreza. En el Sector Salud, se inserta el fortalecimiento de las condiciones de salud de la población y la atención de la seguridad alimentaria en los niños y adolescentes en condición de pobreza extrema.

Por ello e involucrados en éste noble esfuerzo mancomunado, se presenta el siguiente documento sobre el cultivo de arroz en Costa Rica como herramienta para todos aquellos productores y técnicos que cultivan la tierra y que con su quehacer diario hacen posible el renacer del fruto noble que alimenta a la población costarricense.

JAVIER FLORES GALARZA.
Ministro de Agricultura y Ganadería

Prefacio

En esta publicación el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) ofrece una revisión del estado actual de la tecnología del cultivo de arroz en el contexto nacional; el mismo da información actualizada sobre diversos tópicos para realizar una producción competitiva y amigable con el ambiente. La información técnica fue generada, compilada y analizada por funcionarios del INTA y otras instancias del sector agropecuario.

El documento hace énfasis en las condiciones ideales de producción de arroz, considerando la aptitud agroecológica de la tierra y la relación con su uso potencial sustentable con respecto al clima, las zonas de cultivo y las diversas épocas de siembra. En el manual se hace una amplia descripción de la diversas variedades obtenidas, algunas de las cuales con una amplia adaptación a diversos ambientes y de gran aceptación por parte de los agricultores del país.

En el Manual se describen diversos sistemas de acuerdo al tipo de agricultor, se hacen las recomendaciones apropiadas para una buena fertilización, un manejo de malezas, plagas y enfermedades y finalmente se describen aspectos de cosecha y almacenamiento.

Este documento reúne la experiencia vivida de la esperanza de cientos de agricultores a lo ancho y largo del país. A estos agricultores y agricultoras del país que todos los días laboran la tierra nuestro reconocimiento imperecedero por tan noble labor. También nuestro agradecimiento profundo a todas aquellas personas que dieron sus aportes para que este manual pudiese llegar a las manos de agricultores, agricultoras, agentes de extensión y diverso personal técnico involucrado con la actividad arrocería nacional.

Bernardo Mora Brenes
Director Ejecutivo
INTA



Capítulo I

1. Introducción

El arroz es el cereal de mayor consumo en el mundo, en nuestro país es fundamental en la dieta de los costarricenses. Al analizar la situación en América Latina se observa que el aumento de la producción alimentaria no ha podido mantener el ritmo de crecimiento de la población. Por otra parte, en los países mayores productores de granos, las áreas aptas para la explotación de éstos tienden a mantenerse y en la mayoría de los casos a reducirse por una serie de circunstancias como son la expansión demográfica y el deterioro de los suelos. Esta situación obliga a utilizar eficientemente los avances tecnológicos en el cultivo para incrementar la productividad y abastecer la demanda cada vez mayor y hacer más rentable y sostenible la actividad.

El presente documento constituye una importante herramienta para los productores de arroz, el cual es producto del esfuerzo conjunto de profesionales especialistas en las diferentes disciplinas que laboran en el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). De ésta forma, se pone a disposición de los usuarios la tecnología generada a través de los trabajos de investigación y experiencias desarrolladas en los últimos años, tanto en las estaciones experimentales como en fincas de agricultores, por lo que será de mucha utilidad para el sector arrocero.

2. Origen

Existen dos especies de arroz que se cultivan, *Oryza sativa* L. y *Oryza glaberrima* Steud. La primera es la que ha tenido una mayor distribución en el mundo, ya que la segunda únicamente existe en el oeste del África. Muchos autores sostienen que el origen de *Oryza sativa* L. corresponde al Sur de la India, sin embargo la gran mayoría admite que este se propagó desde el sureste asiático a China, Corea, Japón y probablemente a Filipinas en una época intermedia, pero superior a los 3. 000 años antes de Cristo.

Posteriormente se introdujo al Asia Occidental y a la cuenca del Mediterráneo para luego llevarlo a Egipto y al África Oriental. Cuando los árabes invadieron la Península Ibérica lo llevaron a España y es muy probable que a finales del siglo XV y principios del XVI se introdujeran en nuestro continente.

En nuestro país el cultivo de arroz se estableció después de la colonia en las zonas montañosas de topografía irregular. Es así como en muchos sitios de la Meseta Central se realizaban siembras de este cereal en el siglo XIX, siendo zonas importantes para su producción Atenas, Turrubares, Cebadilla, Ciruelas, Puriscal, Santa Ana y otras áreas circunvecinas, considerándose en esta época el granero del país. Posteriormente fue llevado a las zonas bajas de nuestro territorio donde ha tenido su mayor expansión por las condiciones favorables para el desarrollo de esta actividad.

3. Clasificación botánica

El arroz se define como una gramínea anual de tallos redondos y huecos compuestos de nudos y entrenudos, hojas de lámina plana unidas a los tallos por la vaina y su inflorescencia es una panícula.

Taxonomía: El arroz es una fanerógama, tipo espermatofita, subtipo angiosperma.

Clase:	Monocotiledónea
Orden:	Glumifora
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideas
Tribu:	Oryzae
Subtribu:	Oryzineas
Género:	Oryza
Especie:	sativa

4. Importancia del cultivo

Tanto en el ámbito nacional como internacional el arroz es uno de los cultivos de mayor importancia por lo que éste cereal representa en la alimentación de la población mundial. En nuestro país el consumo per cápita ha experimentado un incremento significativo, aumentando de 46 kilogramos que se consumían a inicios de los años noventa a 53 kilogramos que actualmente se consumen y este podría sufrir aumentos.

En los últimos años Costa Rica ha importado volúmenes importantes de arroz en granza debido a que la producción nacional satisface únicamente entre un 50% y 60% del consumo, lo que obliga a realizar grandes importaciones para llenar el faltante de este producto.

Se pretende que con una política de estímulo a la producción, se logre en un corto periodo la autosuficiencia, siendo necesario fortalecer tanto la investigación y la transferencia de tecnología así como todo lo inherente al entorno productivo. Costa Rica cuenta con las condiciones favorables para la explotación de éste grano por lo que será muy positivo realizar el esfuerzo.

Capítulo II

CLIMA Y SUELO

1. Requerimientos agroecológicos

El arroz se cultiva en una diversidad de condiciones ambientales y algunos autores sostienen que es un cultivo especial para las zonas húmedas del trópico o de climas con temperatura alta. En Costa Rica, el arroz puede cultivarse

desde el nivel del mar hasta 1000 msnm. En cuanto a la precipitación, lo más importante es la distribución de las lluvias; un promedio diario de 10 mm durante todo el período del cultivo hasta el de llenado de grano es adecuado.

Requiere una radiación solar entre 250 a 350 cal/cm²/día. La época de siembra debe ubicarse de tal manera que se eviten vientos fuertes que puedan afectar las hojas y causar aborto en las flores. Son adecuadas humedades relativas superiores a 80%. Las temperaturas óptimas para el cultivo de arroz se definen de acuerdo al estado de crecimiento de la planta (Cuadro 1).

Cuadro 1. Temperaturas críticas en las diferentes etapas de crecimiento del arroz

Etapas de desarrollo	Temperaturas críticas (°C)		
	baja	Alta	Óptima
Germinación	10	45	20-35
Emergencia y establecimiento de plántulas	12-13	35	25-30
Enraizamiento	16	35	25-28
Elongación de las hojas	7-12	45	31
Macollamiento	9-16	33	25-31
Iniciación de la panícula	15		
Diferenciación de la panícula	15-20	38	
Floración	22	35	30-33
Maduración	12-18	30	20-22

Fuente: (Yoshida 1981)

La topografía de los suelos para el cultivo del arroz debe ser preferiblemente plana. La textura puede ser arcillo-arenosa, arcillosa (moderadamente fina o muy fina como los Vertisoles) o franco arcillo-limoso y el pH adecuado está entre 5,5 y 7 (a partir de un valor de 5, 5 de pH, se solubiliza el Aluminio que es muy tóxico para las raíces del arroz).

2. Épocas de siembra por región

Chorotega

Cuando el cultivo se establece bajo condiciones de secano, las fechas de siembra en esta región van de junio- julio en variedades de 120 a 140 días a la madurez fisiológica y para variedades de 110 a 120 días en el mes de julio. En condiciones de riego, la primera siembra será de diciembre a marzo y la segunda siembra de junio a agosto.

Pacífico Central

La primera siembra se realiza de mayo a julio y la segunda siembra de setiembre a diciembre.

Brunca

La primera siembra se realiza de abril a mayo y la segunda siembra de agosto a octubre.

Huetar Norte

La siembra se realiza entre mayo y junio y la segunda siembra de setiembre a octubre.

Huetar Atlántica

La primera siembra se realiza de mayo a junio y la segunda octubre a diciembre.

Cuadro 2. Épocas de siembra recomendadas para el cultivo del arroz

Región	Primera siembra			Segunda siembra		
	Rango siembra	Mayor concentración		Rango siembra	Mayor concentración	
Chorotega	Feb–Oct	Jun– Ago	90%	Oct- Nov	Dic - Mar	99%
Pacífico Central	Mar- Set	May – Jul	81%	Set- Ene	Set - Dic	94%
Brunca	Mar-Ago	Abr– May	85%	Jul - Oct	Ago - Oct	95%
Huetar Norte	Abr - Set	May– Jun	91%	Set- Nov	Set - Oct	97%
Huetar Atlántica	Abr - Jul	May– Jun	90%	Oct- Ene	Oct– Dic	99%

Fuente: CONARROZ

3. Zonificación agroecológica

Las exigencias agroecológicas del cultivo de arroz se jerarquizan en el Cuadro 3 y las fisioedáficas en el Cuadro 4, con los cuales se elaboró la zonificación de este cultivo a escala 1:200.000 y permitió determinar las clases agroecológicas que seguidamente se detallan:

Clase 1

En esta clase se ubican aquellas zonas óptimas para el cultivo, cuyas características son:

Temperatura promedio anual entre 24 y 28 °C.

Precipitación promedio anual menor a 3.500 mm

Meses secos consecutivos al año de uno a cinco

Pendiente entre cero y diez por ciento

Suelos de textura limosa o arcillosa

Drenaje bueno

Fertilidad aparente media o alta

Acidez con pH de 5,5 a 7,0

Clase 2

Las limitantes que presenta esta clase son:

Temperatura promedio anual entre 28 y 30 °C

Precipitación promedio anual entre 3.500 a 5.000 mm

Meses secos consecutivos al año entre dos y cinco

Brillo solar inferior a 35%

Pendiente de 10% a 20%

Suelos (drenaje imperfecto y fertilidad aparente baja a media)

Clase 3

En esta clase se ubican aquellas áreas que presentan limitantes como son las descritas para la clase anterior, además de suelos con poca retención de humedad, con ligera pedregosidad, ácidos o ligeramente ácidos y de fertilidad aparente de baja a media.

Las clases 4, 5, 6 y 7 no se incluyen por considerarse con limitantes que encarecen la explotación del cultivo de arroz en forma mecanizada, haciendo poco rentable la actividad para este sistema y posiblemente causando deterioro del recurso suelo. En el Manual de Producción de Arroz de Autoconsumo elaborado por el INTA se amplía la información sobre estas clases.

Cuadro 3. Jerarquización de las variables climáticas utilizadas en la zonificación del cultivo

Variable	Apto	Rango de Aptitud Moderado	No Apto
Temperatura promedio anual °C	24-28	21-24 ó 28-30	< 21 ó > 30
Precipitación promedio anual (mm)	< 3.500	3.500 – 5.000	> 5.000
Meses secos consecutivos al año	1-5	< 2 ó > 5	0
Brillo solar (%)	-	> 35	-

Fuente: DESET. Departamento de Suelos y Evaluación de Tierras. Costa Rica. Año 2002

Cuadro 4. Jerarquización de las variables fisioedáficas utilizadas en la zonificación del cultivo

Variable	Apto	Rango de Aptitud Moderado	No Apto
Pendiente (%)	0-10	10-20	> 20
Suelos			
Textura	Limosa o Arcillosa	-	-
Drenaje	Bueno	Imperfecto	Malo
Fertilidad aparente	Media ó alta	Baja a media	Mala
Acidez (pH)	5,5 – 7,0	-	-

Fuente: DESET. Departamento de Suelos y Evaluación de Tierras . Costa Rica¹ . Año 2002

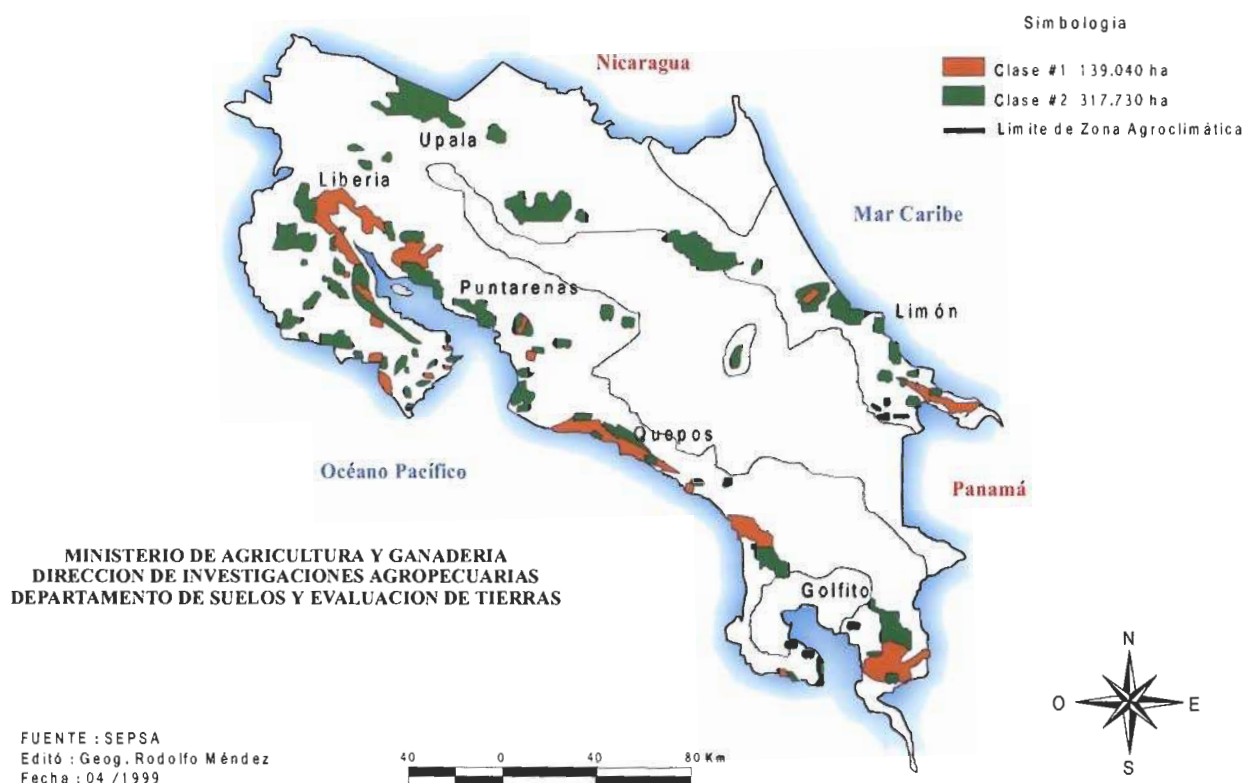
Cuadro 5. Superficie de Costa Rica (ha) con mayor aptitud agroecológica para el cultivo de arroz

Región	Clase Total		Total
	1	2	
Central	32.420	33.085	65.505
Chorotega	65.230	132.135	197.365
Brunca	23.390	47.970	71.360
Huetar Atlántica	18.000	74.340	92.340
Huetar Norte	-	30.200	30.200
Total	139.040	317.730	456.770

Fuente: DESET. Departamento de Suelos y Evaluación de Tierras . Costa Rica. Año 2002

¹Actualmente Servicios Técnicos del INTA, Costa Rica.

Costa Rica Zonas aptas para el cultivo de arroz (Fig.1)



Capítulo III

AGRONOMÍA

1. Variedades

Las variedades de arroz recomendados han sido desarrolladas para los suelos arroceros de las diferentes zonas productoras de arroz en el país.

CR 1113: Es una variedad de paja corta, de hojas erectas, tallos gruesos, de buen macollamiento, resistente al acame, que florece entre 95 y 100 días después de la siembra y dura a la cosecha entre 127 y 135 días y es resistente a la mayoría de las enfermedades que afectan el cultivo, pero susceptible a piricularia, lo cual hace necesario aplicar en forma preventiva, fungicidas para su combate para evitar el daño en el cuello de la espiga. Actualmente su siembra es limitada por su susceptibilidad a enfermedades. Muestra buena respuesta al nitrógeno cuando se aplica en dosis entre 80 y 120 kg/ha; requiere buena fertilización fosfórica y potásica principalmente en suelos con bajos contenidos de estos elementos. Su grano tiene muy buena calidad molinera.

CR 5272: Es una variedad de porte bajo, hojas erectas, macollamiento moderado, resistente al acame, la floración ocurre entre los 80 y 85 días

después de la siembra y una duración a la cosecha entre 105 y 115 días. Esta variedad al igual, que CR 1113, es susceptible a piricularia pero tiene menor capacidad de recuperación cuando hay ataque severo de la enfermedad al follaje. Su respuesta al nitrógeno es inferior a la de CR 1113, en la mayoría de los casos a 80 kg/ha y su potencial de producción está entre 5,5 y 6 t/ha. Su grano tiene excelente calidad molinera.

CR 1821: Es una variedad de alta capacidad de producción con un potencial de rendimiento de 11 t/ha, cuyo grano tiene excelente calidad molinera. La variedad tiene gran capacidad de macollamiento y resistencia al acame. Florece entre los 95 y 100 días y se cosecha entre 125 y 130 días después de siembra. Responde muy bien a las fertilizaciones altas de nitrógeno y potasio, es exigente a suelos de buena fertilidad y retención de humedad, por eso demanda buen manejo.

CR 8334: Esta variedad fue liberada en el año 1992, seleccionada del cruce CICA 7// 4440/ Pelita 1/1 y corresponde al pedigree P 2231 F4-138-6-2-1B-CR. Fue introducida al país durante el año 1982. Se caracteriza por ser de porte bajo con una altura de 100 cm, florece a los 95 y 100 días después de la siembra. Es resistente a las enfermedades provocadas por los hongos *Pyricularia grisea*, *Helminthosporium oryzae*, ligeramente susceptible al escaldado de la hoja que ocasiona *Gerlachia oryzae* y susceptible al Virus de la Hoja Blanca. Su rendimiento es muy bueno, en estudios realizados en 20 experimentos y en diferentes localidades del país previo a su liberación, se obtuvo un promedio de 8 t/ha.

CR 4338: Producto del esfuerzo conjunto del Convenio entre el Ministerio de Agricultura y Ganadería la Oficina Nacional de Semillas, la Cámara de Procesadores de Semillas y la Oficina del Arroz se liberó la variedad CR4338. Es un material de muy buena calidad industrial, con rendimientos de molino superiores al 70% y con porcentajes de grano quebrado menores a un 10%. Presenta tolerancia a la enfermedad causada por *Pyricularia grisea*, tanto en la hoja como en el cuello de la panícula, así como también el Virus de la Hoja Blanca y al escaldado de la hoja provocado por *Gerlachia oryzae* y a la mancha café que produce *Helminthosporium oryzae*. Su período de floración es de 90 – 95 días y la altura de planta alcanza los 96 cm, se adapta a los sistemas de siembra bajo riego y en secano favorecido.

CR 4102: Esta variedad se adapta a los sistemas de siembra bajo riego y en secano favorecido. El período de floración es de 80-85 días, su altura promedio de 95 cm, los rendimientos de campo oscilan entre las 6 y 7 t/ha; las dosis de nitrógeno que demanda varía entre 80 y 100 kg/ha. Presenta tolerancia al virus de la Hoja Blanca, *Pyricularia grisea* en el follaje y cuello de la panícula, así como a *Gerlachia oryzae* y *Helminthosporium oryzae*. Los rendimientos de molino son superiores a un 68% con porcentajes de grano quebrado menores del 15%.

CR 4477: Esta variedad fue liberada en el año 2004, es de ciclo intermedio florece entre los 85 y 90 días, con altura de 100 a 105 centímetros. Muestra

características favorables por su tolerancia o resistencia las principales enfermedades que afectan al cultivo en nuestras condiciones como son *Pyricularia grisea*, *Helminthosporium oryzae*, *Gerlachia oryzae*, no se han observado daños significativos provocados por *Rhizoctonia solani* y *Sarocladium oryzae*. Además en los campos de evaluación ha mostrado resistencia al virus de la Hoja Blanca y al daño mecánico de *Tagosodes oryzae*. El índice de pilado supera el 69 % y es de muy buena calidad culinaria. El potencial de rendimiento supera las 7 toneladas métricas. Los tallos son fuertes, sin embargo no es conveniente aplicar dosis de nitrógeno mayores a los 120 kilogramos por hectárea. Posee poca latencia, por lo que en condiciones de alta humedad relativa podría mostrar germinación en las espiguillas en la panícula de poco más del 8 %, por lo que es importante programar la etapa de madurez fisiológica para época seca con baja humedad relativa. Se adapta muy bien para las modalidades de producción bajo riego y secano favorecido.

Variedades para Autoconsumo

Recientemente el INTA ha puesto a disposición de los agricultores tres cultivares para siembra a espeque o chuzo de bajos insumos y mínima labranza, las cuales se denominan: Oryzica Turipana, INTA Miravalles y INTA Pueblo Nuevo. También son utilizadas para siembra de autoconsumo un grupo importante de variedades, pero son susceptibles a las principales enfermedades que afectan el cultivo en nuestro país. Sin embargo con mucha frecuencia se observan plantaciones en diferentes zonas del país con estas variedades como son: Chin Chin, Nira Blanco, Tapuripa, Holland 5023 y algunas variedades americanas como Blue Bonnet 50, Rexoro, Texas, Patna, Blue Rose, Fortuna y Carolina entre otras.

INTA MIRAVALLES: Esta variedad se liberó en el año 2005, como una alternativa para los agricultores que realizan siembras de arroz para autoconsumo. Su ciclo es intermedio y muestra resistencia a las enfermedades que con mayor frecuencia afectan al cultivo bajo las condiciones de mínima labranza y bajos insumos, como son *Pyricularia grisea*, *Helminthosporium oryzae* y el virus de la Hoja Blanca. Además es tolerante a sequía y se adapta muy bien a condiciones de suelos ácidos. Muestra un potencial de rendimiento superior a las 6 toneladas métricas por hectárea, sin embargo es conveniente de acuerdo a su desarrollo en siembras a espeque, suministrar dosis de 30 kilogramos de fósforo y 50 a 60 kilogramos de nitrógeno por hectárea. Cuando la siembra se realiza en terreno rayado a chorro seguido se puede utilizar hasta 80 kilogramos de nitrógeno por hectárea. Los datos de índice de pilado se consideran muy buenos y su calidad culinaria buena, cuando la variedad está recién cosechada es recomendable al momento de cocinar no utilizar más de dos partes de agua por una de arroz. Para la agricultura denominada de subsistencia sin duda esta variedad ofrece una serie de ventajas por su baja demanda de aplicaciones de agroquímicos.

INTA- PUEBLO NUEVO: Esta variedad fue liberada en el año 2007 para producción de arroz de autoconsumo, presenta buenas características para este tipo de siembras, es resistente a las principales enfermedades que afectan al cultivo en nuestro medio, de buena calidad industrial y culinaria. Su altura es de 100 centímetros y florece a los 85 a 90 días. No se recomienda para suelos

ácidos ya que demanda condiciones de pH 6 a 6.5 y con relativa retención de humedad. Bajo esta condición en mínima labranza y bajos insumos supera las cuatro toneladas métricas por hectárea.

Cuadro 6. Características de las variedades de arroz más utilizadas en Costa Rica, 2008

Característica variedad	Variedades desarrolladas por el INTA				Variedades para autoconsumo	
	CR 5272	CR 1821	CR 4102	CR 4477	INTA Miravalles ²	INTA Pueblo Nuevo ³
Altura de la planta (cm)	96	98	98	93	100	100
Días a floración (ddg)	86	98	77	84	95	90
Días a cosecha (ddg)	115	128	108	115	125	120
Macollamiento	Bajo	Bueno	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Acame	Susceptible	Resistente	Tolerante	Tolerante	Resistente	Resistente
<i>Pyricularia</i>	Susceptible	Susceptible	Muy Tol.	Muy Tol.	Tolerante	Tolerante
<i>Helminthosporium</i>	Susceptible	Muy Susceptible	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante
Hoja Blanca	Susceptible	Muy Susceptible	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante
<i>Rhizoctonia</i>	Susceptible	Susceptible	Muy Susceptible	Susceptible	Susceptible	Susceptible
<i>Pseudomonas</i>	Susceptible	Susceptible	Susceptible	Susceptible	Susceptible	Susceptible
<i>Sarocladium</i>	Susceptible	Susceptible	Susceptible	Susceptible	Tolerante	Tolerante
Respuesta a nitrógeno	Regular	Muy Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Resistencia a cosecha ¹	Bajo	Buena	Buena	Regular	Buena	Buena
Desgrane	Intermedio	Alto	Muy Baja	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Latencia del grano	Baja	Intermedio	Intermedio	Baja	Alta	Alta
Potencial rendimiento	Bueno	Alto	Muy Bueno	Muy Bueno	Buena	Buena
Adaptación riego	Regular	Buena	Bueno	Bueno	Regular	Buena
Adaptación secano	Bueno	Regular	Regular	Bueno	Muy Bueno	Buena
Respuesta a baja luz	Regular	Mala	Regular	Bueno	Buena	Buena
Rend. promedio (t/ha)	5-6	5-8	5-6,5	5-6,5	4-5	4-6
Calidad molinera	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Grano quebrado (%)	12	11	16	15	14	14
Rendimiento molido (%)	72	69	70	69	70	70
Tipo de grano	Medio	Corto	Largo	Medio	Largo	Largo

¹ Capacidad de una variedad a resistir el rayado o fisura en el endospermo habiendo el grano alcanzado la madurez fisiológica.

² Tolerante a sequía y a suelos ácidos. Recomendada para autoconsumo con mínima labranza y bajos insumos.

³ Recomendada para autoconsumo

Cuadro 7. Variedades de arroz inscritas por la Empresa Privada en la Oficina Nacional de Semillas

Característica/variedad	FED -50	CFX 18	PALMAR 18	Puitá INTA CL
Altura de planta (cm)	100	93	97	88
Días a floración (ddg)	98	65	85	80
Días a cosecha (ddg)	128	95	115	110
Macollaminto	Intermedia	Bajo	Bueno	Bajo
Acame	Resistente	Tolerante	Resistente	Susceptible
<i>Pyricularia</i>	Muy tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante
<i>Helminthosporium</i>	Tolerante	Susceptible	Tolerante	Susceptible
Hoja Blanca	Tolerante	Muy susceptible	Tolerante	Toleran
<i>Rhizoctonia</i>	Susceptible	Susceptible	Susceptible	Susceptible
<i>Pseudomonas</i>	Susceptible	Susceptible	Susceptible	Susceptible
<i>Sarocladium</i>	Muy susceptible	Susceptible	Tolerante	Susceptible
Respuesta Nitrógeno	Muy buena	Buena	Buena	Buena
Resistencia a cosecha ¹	Buena	Buena	Regular	Buena
Desgrane	Bajo	Alto	Intermedia	Buena
Latencia del grano	Alto	Baja	Intermedia	Baja
Potencial rendimiento	Alto	Regular	Alto	Buena
Adaptación riego	Bueno	Buena	Buena	Buena
Adaptación seco	Bueno	Muy buena	Buena	Buena
Respuesta a baja luz	Mala	Buena	Buena	Buena
Rendimiento promedio t/ha h y s	5-8	4-5	5-8	4-5
Calidad molinera	Buena	Muy buena	Buena	Muy buena
Grano quebrado %	15	12	15	14
Rendimiento molino%	70 o +	70 o +	70 o +	70 o +
Tipo de grano	Largo	Medio	Medio	Medio

¹ Capacidad de una variedad a resistir el rayado o fisura en el endospermo habiendo el grano alcanzado la madurez fisiológica.

Estas variedades pueden des-inscribirse o inscribirse nuevamente en el Registro de Variedades Comerciales (RVC), dependiendo de factores como: susceptibilidad y/o tolerancia a plagas, calidad industrial y oferta o demanda de mercado.

2. Semilla

La semilla debe ser certificada, estar libre de malezas nocivas, tener alta pureza genética y una capacidad de germinación superior a 80%. Es conveniente tratar la semilla con fungicidas e insecticidas para evitar los problemas fungosos e insectiles que puedan afectar la germinación y las pequeñas plántulas.



Figura 2. Producción de semilla de fundación en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, Cañas, Costa Rica. 2008.

3. Riego

La producción de arroz bajo riego es factible en Costa Rica, porque se dispone de variedades de alto rendimiento adaptadas a los sistemas bajo riego, una tecnología ya desarrollada, condiciones climáticas y de suelo apropiadas y el suministro de agua que constituye el factor más importante para la producción de arroz bajo estas condiciones. Para establecer adecuadamente una plantación bajo riego se deben considerar los siguientes aspectos:

a. Selección del lote:

Se requiere un lote que llene determinados requisitos en cuanto a disponibilidad de agua, topografía y suelos.

b. Disponibilidad de agua:

Debe hacerse un estudio de volumen de agua disponible que incluya: fuentes de agua y acceso; superficial (ríos, arroyos, lagos) o de aguas subterráneas (pozos).

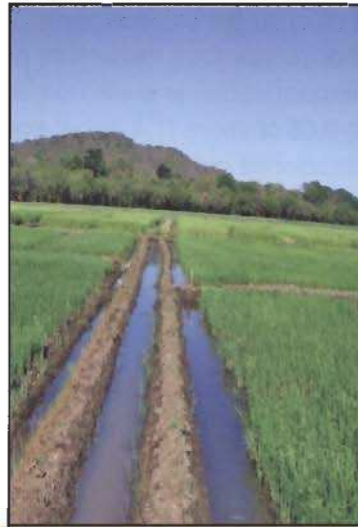


Figura 3. Disponibilidad de agua para el buen manejo de la plantación de arroz

Caudal: Debe conocerse la capacidad de suministro de agua porque ésta limita la extensión de terreno que pueda cultivarse así como la época, ya que en la estación lluviosa el consumo de agua será menor que en la estación seca.

Sin embargo para la producción de arroz irrigado, se requiere para la preparación del suelo dos litros por seg/ha y posteriormente durante el desarrollo del cultivo 1 litro seg/ha para mantener los lotes inundados durante el desarrollo del cultivo y reponer el agua que se pierde por evaporación, transpiración, percolación y filtración lateral. Cabe anotar aquí que se puede preparar el suelo en seco así como por fangueo y de esta forma reducir el consumo o las pérdidas de agua.

Calidad de las aguas: Debe realizarse un análisis del agua para determinar si contiene minerales en concentraciones que puedan ser tóxicos a la planta, o si presenta desbalance en su contenido mineral.

Las aguas salinas causan desórdenes fisiológicos en la planta de arroz, siendo los síntomas iguales a los causados por la salinidad de los suelos.

4. Suelos

Se recomienda hacer un análisis del suelo debido a que no todos son aptos para la producción de arroz bajo riego, también hay suelos cuya preparación y cultivo requieren una cantidad excesiva de agua y lo que se persigue es hacer un uso eficiente de la misma.

Las características más importantes que debe tener un suelo es su capacidad de absorción y retención de agua; las características químicas y físicas, profundidad y de erosión, son condiciones del suelo que también deben tomarse en consideración.

Capacidad de retención de agua: La capacidad de retención de agua de los suelos arcillosos es alta. Esos altos contenidos de arcilla los hace más

apropiados para el cultivo de arroz por su poca permeabilidad y lenta infiltración de agua a través de sus horizontes. Otra manera de obtener esta condición es cuando existe una capa impermeable de suelo cercano a la superficie. Tasas de infiltración menores de 0,05 cm/hora (1,4 l/s/ha) son recomendables para el cultivo del arroz. Con infiltraciones mayores a esas el consumo de agua será mayor y la eficiencia de la fertilización se reduce.

Cuadro 8. Permeabilidad del suelo y cantidad de agua (l/seg/ha) requerida para mantenerlo inundado

Infiltración (cm/hora)	Cantidad de agua requerida para mantener la inundación (l/seg/ha)
0,025	0,7
0,050	1,4
0,100	2,8
0,200	5,6
0,300	8,4
0,500	14,0

Fuente: Investigación y producción de arroz. CIAT, 1985.

Condición química: El nivel de los nutrimentos en el suelo permite planificar la fertilización y prevenir los problemas que puedan ocasionar en el cultivo el exceso o deficiencia de alguno de estos.

Profundidad: Una capa de suelo suficientemente gruesa permite movimientos de tierra con fines de nivelación o adecuación para arroz, sin alcanzar el subsuelo o capa inferior que puede ser poco fértil, o más permeable. Usualmente no se recomienda remover tierra de más de 8 cm de espesor, o sea un movimiento de tierra de 800 m³/ha.

Drenaje superficial: Un lote debe drenarse superficialmente con facilidad y rapidez para poder efectuar oportunamente todas las labores que requiere el cultivo.

Si el terreno no tiene drenaje natural, apropiado debe construirse uno artificial e integrársele al drenaje de la zona. La capacidad de los canales de drenaje deberá calcularse según las máximas necesidades, teniendo en cuenta las lluvias y el volumen de agua que se deba evacuar.

Topografía: Las áreas con altas pendientes no son apropiadas para el arroz bajo riego. Los terrenos con una pendiente promedio de 3 por mil o menos son los más adecuados para la producción del arroz anegado.

Pendientes mayores de cuatro a siete por mil pueden adecuarse pero a un costo mayor que las anteriores, habrá que remover más tierra, tener parcelas más pequeñas y proporcionalmente mayor número de muros lo que reduce el área útil del cultivo.

Principios conservacionistas

Textura: Deben realizarse prácticas y medidas agroconservacionistas para el cultivo de arroz en función de la aptitud de uso de los suelos (Cuadro 9 y Cuadro 10).

Con respecto a la labranza, las texturas imperantes son importantes, especialmente si de costos de maquinaria y diesel se trata. Las texturas finas a muy finas (vertisoles) podrían hacer incurrir en un costo mayor por laboreo.

Adecuación y Diseño de la plantación: Debe de considerarse la facilidad de operación de la maquinaria para la preparación del terreno y la cosecha. Por lo que la forma y el tamaño de las terrazas o bancales debe ser diseños adecuadamente con lo que además se facilitará el manejo del agua. El tamaño mínimo aceptable del bancal es de $\frac{1}{4}$ de hectárea. Las empresas que cuentan con equipos y maquinarias de gran tamaño deberán adaptar las terrazas y bancales de acuerdo con sus necesidades.

Otro aspecto importante es que los diques o muros deben ser rectos o en curvas muy suaves y paralelas entre sí, para no obstaculizar el desplazamiento de los implementos y equipos agrícolas en las labores de cultivo y cosecha.

Cuadro 9. Parámetros para la determinación de la aptitud de uso de los suelos adaptados de la metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica

Aptitud	Parámetros				
	Pendiente (%)	Profundidad efectiva (Cms)	Texturas	Fertilidad	Drenaje
excelente	de 0 a 3	muy profundo (Más de 120)	medias	alta	bueno
Muy bueno	más de 3 a 15	profundo (>90 A 120)	moderadamente finas a moderadamente gruesas	media	Mod. Excesivo Mod. Lento
Bueno	más de 15 a 30	moderadamente profundo (>60 A 90)	finas	media	excesivo Lento
Regular	más de 30 a 50	poco profundo (>30 A 60)	muy finas	baja	muy lento
Pobre	más de 50	superficial <30	Gruesas	muy baja	nulo

Cuadro 10. Prácticas y medidas agroconservacionistas para el cultivo de arroz bajo anegamiento en función de la aptitud de uso de los suelos

Aptitud	Parámetros				
	Pendiente	Prof. Efectiva	Textura	Fertilidad	Drenaje
Excelente	• Siembra directa • Labranza vertical	ninguna	no se recomienda el cultivo	fertilización con base en análisis de suelos. Incorporación de materia orgánica a partir del manejo de coberturas.	No se recomienda el
Muy bueno	• melgas a contorno • Siembra directa • Labranza vertical	ninguna	no se recomienda el cultivo en suelos con texturas moderadamente gruesas	Fertilización con base en análisis de suelos. Enmiendas minerales. Abonamiento orgánico	No se recomienda el cultivo Obras de evacuación de aguas.
Bueno	no se recomienda el cultivo	no se recomienda el cultivo	no se recomienda el cultivo	no se recomienda el cultivo	no se recomienda el cultivo No se recomienda el cultivo
Regular	no se recomienda el cultivo	no se recomienda el cultivo	no se recomienda el cultivo	no se recomienda el cultivo	no se recomienda el cultivo
Pobre	no el cultivo	no se recomienda el cultivo	no se recomienda el cultivo	no se recomienda el cultivo	no se recomienda el cultivo

Opciones	Principios					
	Productividad	Cobertura	Infiltración	Escorrentía	Fertidad del suelo	Contaminación
Definición de la capacidad de uso de las tierras						
Utilización de semillas y almácigo de buena calidad						
Siembra						
Utilización de abonos						
Control de malezas						
Utilización de chapeas altas						
Reducción de las paleas para el control de las malezas						
Reciclaje de los residuos						
Establecimiento y manejo adecuado de la plantación						
Fertilización con base a análisis de suelos						
Utilización de enmiendas						
Selección correcta de productos y formulaciones						
Dosificación adecuada de productos						
Reducción de la utilización de herbicidas						
Establecimiento de barreras vivas						
Acequias de ladera						
Canales de guardia						

 Efecto directo

 Efecto indirecto

El color café significa que esta práctica tiene un efecto directo sobre el principio agroconservacionista, los cuales se encuentran incluidos en el artículo 12 de la ley 7779 y se consideran como prácticas de manejo y conservación de suelos, que podrían beneficiar al productor, y darle acceso directo a los incentivos del artículo 49 de la ley, que autorizan una deducción del 40% del monto a pagar por concepto de impuesto sobre los bienes inmuebles.

Cuando el agricultor implementa estas prácticas agroconservacionistas en el arroz, éstas producirán en el corto, mediano y largo plazos, efectos directos o indirectos sobre la productividad, la cobertura del suelo, la infiltración de agua en el perfil del suelo y la escorrentía superficial, que es la generadora de "runoff" o escurrimiento superficial.

5. Manejo de la plantación

El establecimiento de una plantación de arroz se puede realizar de diferentes formas, bien puede ser bajo condiciones de mínima labranza o bien en un terreno preparado previamente mediante mecanización.

a. Preparación en mínima labranza:

Cuando el terreno donde se va a realizar la siembra presenta vegetación con altura y densidad relativamente significativa, se realiza una quema con herbicida, pudiendo aplicarse glifosato solo o con MCPA a razón de 4 l/ha o paraquat 3 l/ha. Algunas veces se procede a roturar el terreno previamente con un pase de rastra y posteriormente se aplica el herbicida en las dosis mencionadas.

b. Preparación del terreno mediante mecanización:

En un suelo seco se debe arar a una profundidad entre 20 y 30 centímetros o bien pasar la rastra pesada a una profundidad similar. Los pases de rastra semi-pesada o liviana se harán de acuerdo con las condiciones del suelo e incidencia de malezas. El último pase de rastra es recomendable realizarlo en forma superficial poco antes de la siembra. Luego se procede a sembrar el terreno e inmediatamente después se compacta con un rodillo de metal para eliminar espacios de aire y favorecer el contacto entre el suelo y la semilla, labor que ayuda a una mejor germinación del arroz.



Figura 4. Rayado de surco para siembra de arroz



Figura 5. Siembra de arroz con máquina

Cuando hay disponibilidad de riego se pueden introducir algunas variantes que faciliten y mejoren la preparación del terreno. Es común después de la roturada en seco, inundar el terreno para facilitar la descomposición de la materia orgánica y desintegrar los terrones mediante dos o tres pases de rotavator, el cual es accionado por un tractor de llantas preferiblemente doble tracción que facilite su desplazamiento sobre el terreno fangoso o tractor con rueda fangueadora. Con esta operación se favorece la eliminación de los poros lo que reduce la percolación profunda, disminuyendo la pérdida de agua y nutrientes. Además se promueve la nivelación del terreno lo que facilita el manejo de la lámina de agua para mejorar la eficiencia del riego en los campos de producción de arroz anegado. Las áreas preparadas bajo esta modalidad presentan un suelo fangoso pudiendo sembrarse con semilla seca o pregerminada, o bien, por transplante.



Figura 6. Adecuación de suelo mediante técnica de fangueo



Figura 7. Terreno preparado bajo el sistema de fangueo

6. Siembra

Los métodos para sembrar arroz se agrupan en dos sistemas:

- Siembra directa.
Siembra por transplante (este sistema se utiliza principalmente en condiciones de anegamiento).

La siembra directa se subdivide en:

- Siembra a espeque o chuzo
- Siembra en surcos: manual, con máquina sembradora
- Siembra al voleo: manual, voleadora manual, voleadora accionada por toma fuerza y avión.

Siembra a espeque o chuzo: Esta forma es utilizada por agricultores pequeños generalmente para subsistencia en zonas de colonización o montaña.

Siembra en surcos:

- **Manual:** consiste en preparar el terreno y rayarlo para marcar los surcos a una profundidad de dos a cinco cm y a distancias que varían entre 17 cm a 34 cm, ésto se hace con un rayador tirado por bueyes o tractor, también se puede utilizar una rastra liviana sin ángulo y posteriormente se distribuye la semilla de 80 kg a 130 kg/ha en forma manual en el fondo del surco, se tapa con un riel o palo pesado que se pasa superficialmente sobre el área sembrada, este puede ser de tiro animal o de tractor.



Figura 8. Siembra de arroz en surco

Siembra en surco mecánico: Para este tipo de siembras se utilizan máquinas haladas por un tractor, las que depositan la semilla a chorro seguido a una distancia de 17,5 cm y a una profundidad de dos a cinco cm. Se utilizan de 100 a 130 kg/ha de semilla y se requieren suelos bien preparados que permiten una adecuada y uniforme colocación de la semilla. Es recomendable el pase de un cilindro compactador después de la siembra, con el objeto de obtener una germinación uniforme de las semillas lo que facilitará las prácticas de combate de malezas.

- **Siembra en surco con máquina en mínima labranza:** para esta labor se requieren máquinas especiales que permiten la siembra en terrenos preparados en mínima labranza, haladas por un tractor de tracción de llanta preferiblemente de un caballaje regular ya que este implemento es de un peso considerable. Estas máquinas disponen de discos que van delante de las mangueras donde sale la semilla, éstos discos roturan el suelo entre dos y cinco cm, luego sale la semilla que se deposita en el fondo del surco y unas pequeñas ruedas las tapan. Se utilizan de 130 a 150 kilogramos de semilla por hectárea. En la misma labor también se puede fertilizar con alguna fórmula alta en fósforo.



Figura 9. Establecimiento de plantación de arroz con equipo de mínima labranza



Figura 10. Plantación de arroz establecido en mínima labranza

Siembra al voleo: Este sistema es muy utilizado en la zona del Pacífico Seco y se puede usar semilla seca o pregerminada. El procedimiento para pregerminar la semilla consiste en hidratarla, para lo cual se llena un saco con semilla seca hasta un 80% de su capacidad y se sumerge en agua durante 24 horas. El otro 20% del espacio del costal se llenará cuando la semilla se embeba. Después se incuba poniéndola en un lugar cálido y sombreado por un período de 24 horas, humedeciéndose de vez en cuando para evitar que se seque por completo. La hidratación inicia y la incubación promueve la germinación de las semillas, las cuales empiezan su desarrollo con la aparición del coleóptilo.

- **Voleo manual:** Se utiliza para pequeñas extensiones y la semilla se distribuye a mano en franjas, o caminando en círculos dentro del lote. Si se usa semilla seca debe taparse, y la pregerminada se usa para siembra en lodo o en agua. Es un método lento pues el obrero siembra de una a dos hectáreas por día. Se emplean de 80 a 130 kg/ha de semilla.
- **Voleadora manual:** Se utilizan pequeñas máquinas de distribución centrífuga, que hacen una cobertura del terreno en franjas de cuatro m, siete m, se requiere de 100 a 130 kg/ha de semilla.
- **Voleadora de tractor:** Se emplean máquinas de tolva con mecanismo distribuidor, accionadas por la toma fuerza del tractor, las cuales también se usan para abonar. Distribuyen la semilla en franjas que van de 10 m a 15 m y a una velocidad que puede alcanzar 10 kg/h; por lo que es una siembra rápida. La densidad de siembra se gradúa con la salida de la voleadora, la velocidad del tractor y la franja. Posteriormente se tapa la semilla con un pase de rastra liviana sin ángulo en forma superficial para que la semilla no quede a más de cinco cm de profundidad.

Siembra con avión: Muy utilizado para la siembra con semilla pregerminada en agua o lodo. Se hace con un aplicador rotacional localizado debajo del fuselaje. La siembra se realiza volando entre seis y diez m de altura, una velocidad de 150 a 240 km/h, distribuyendo la semilla en franjas que van de 10 a 18 m según tipo de distribuidor y altura de vuelo. Se emplean de 100 a 130 kg/ha de semilla. Se deben utilizar banderilleros o marcadores para evitar dejar áreas sin semilla o traslapes.

Siembra por trasplante

En nuestro país se utiliza básicamente en la producción de semilla

- a. Transplante manual
- b. Transplante mecánico

Transplante manual: Es un sistema de siembra indirecta en el cual las plantas crecen inicialmente en semilleros o almácigos y posteriormente se plantan en el campo definitivo.



Figura 11. Transplante manual arroz



Figura 12. Arroz transplantado en etapa macollamiento

Tipos de semilleros: En camas que pueden ser húmedas o secas.

En Camas Húmedas: el primer punto a considerar en la preparación de la cama es determinar el área a sembrar, ya que se requieren de 300 m² a 500 m² de semillero para establecer una hectárea de cultivo. Además debe quedar cerca de una fuente de agua y del lugar donde se vaya a hacer el transplante. El suelo de la cama debe ser fértil y estar ubicado en un terreno que tenga buena exposición al sol.

Se debe arar, rastrear, fanguear hasta lograr que el suelo quede bien suave y nivelado. Luego con pala se levanta sobre el suelo la cama a una altura de cinco a diez cm y un ancho de 0,5 m; quedando a ambos lados canales para el riego. Posteriormente se siembra con semilla pregerminada a razón de 40 a 60 g/m² y se cubre ligeramente con tierra.

Tan pronto emerge la primera hoja se aplica una pequeña lámina de agua, la que se aumenta gradualmente hasta unos cinco cm o más según altura de las plántulas. A los 20 o 25 días cuando las plántulas tienen 15 cm de altura con cuatro a cinco hojas, se procede al transplante.

El semillero debe ser inundado al momento de arrancar las plántulas para facilitar la labor, se halan de tres a cuatro plántulas y luego se forman rollos de 10 a 15 cm de diámetro, para el traslado al lugar de transplante. Posteriormente, se introducen en el fango de tres a cuatro plántulas por sitio a una profundidad de tres a cinco cm y a una distancia que puede variar según la variedad, fertilidad de suelo, época del transplante, pero las más usadas son 20 cm x 20 cm, 25 cm x 25 cm, 30cm x 30cm.

Transplante mecánico: Consiste en utilizar máquinas transplantadoras mecánicas, para el cual se requiere de almácigos o semilleros en bandejas que abastecen de las plántulas a la máquina.

Preparación del semillero:

Para la preparación de este tipo de semillero, se utilizan bandejas de 58 cm de largo y 28 cm de ancho y 3 cm de profundidad. Se coloca en el fondo de la bandeja un folio plástico perforado o papel. El suelo a utilizar se muele y tamiza en una malla de cinco mm para la cama de las semillas, que se esparcen en la bandeja y se cubren con una capa del suelo tamizado en malla de dos mm. Se utilizan 150 g de semilla pregerminada por bandeja y se emplean de 160-180 bandejas por hectárea lo que equivale a 25 kg de semilla por hectárea. Las plántulas de diez o doce días alcanzan la altura mínima apropiada para iniciar el transplante.

Las máquinas colocan en el campo seis surcos distanciados a 28 cm. La distancia entre plantas es graduable y varía entre 18 cm hasta 12 cm. El número de plántulas por sitio se puede ajustar en el campo desde dos hasta ocho por sitio.

Capítulo IV

FERTILIZACIÓN

El objetivo general de la fertilización debe considerarse como “ la obtención del máximo rendimiento con el mínimo costo “, sin deterioro del ambiente y la mejor calidad del producto.

Para fertilizar el cultivo del arroz deben considerarse diferentes factores que afectan las cantidades de fertilizante a emplear y sus formas de aplicación.

Los factores que más influyen son los siguientes:

- | | |
|---------------------------|---|
| El suelo: | las características físicas, químicas, microbiológicas y sus interacciones |
| El clima: | principalmente radiación solar, temperatura, vientos y precipitación; ésta última es crítica principalmente para el cultivo del arroz en secano |
| Manejo de cultivo: | deberán considerarse aspectos como el sistema de cultivo (secano o de riego), preparación del terreno, manejo de plagas y enfermedades, entre otros |
| Variedad: | se debe considerar el genotipo, tipo de planta, fenología y días de siembra a cosecha |

Con excepción de la mayoría de los factores climáticos (ya que las deficiencias hídricas pueden ser suplidas con riego) los demás factores como suelo, manejo y selección de variedades pueden ser manejados en forma directa o indirecta.

Los componentes esenciales para una recomendación de uso racional de fertilizantes son:

- a. Dosis o cantidad de fertilizante a aplicar
- b. Fuente del fertilizante
- c. Época de aplicación
- d. Métodos o forma de aplicación

Tomando en consideración lo anterior, las características químicas y físicas de los suelos que influyen directamente en las decisiones de las dosis de fertilizante para el cultivo, pueden ser conocidas por medio de los análisis de suelos. Estos análisis sirven de base para dar las recomendaciones sobre el uso racional y eficiente de los nutrientes en el cultivo, siempre y cuando se conozca de antemano el sistema de cultivo a emplear, la variedad, densidad de siembra, su manejo y el rendimiento esperado.

1. Fertilización con fósforo y potasio

En el Cuadro 11, se presentan los niveles críticos, de fósforo y potasio, extraídos con la solución de Olsen Modificada, determinados en los suelos dedicados al cultivo de arroz en Costa Rica, se considera nivel crítico, aquella dosis por encima de la cuál no se logran aumentos sensibles en el rendimiento. En ese mismo cuadro se presentan las cantidades de P_2O_5 y K_2O , que deberán adicionarse como fertilizante al cultivo, con el fin de obtener rendimientos económicos.

Tanto los niveles críticos del análisis de los suelos arroceros como las dosis de fósforo y potasio (P_2O_5 y K_2O) recomendadas, son el resultado de tecnologías desarrolladas en Costa Rica antes por la Dirección de Investigaciones del MAG y actualmente por el Instituto Nacional de Investigación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Cuando el nivel crítico del suelo de la finca es alto, si el productor lo desea puede hacer un abonamiento para mantener la fertilidad de sus suelos; en este caso no deberá emplear más de 15 y 10 kg de P_2O_5 y K_2O respectivamente.

Las recomendaciones del cuadro 11, se pueden generalizar para las siguientes variedades de arroz: CR 1113, CR 5272, CR 8334 y CR4102 y CR4477. Para la variedad CR 1821, de alta productividad y muy exigente en potasio, las dosis de K_2O deberán incrementarse. Las recomendaciones de fósforo se mantienen.

Cuadro 11. Niveles críticos de fósforo y potasio en los suelos arroceros de Costa Rica y la recomendación de fertilización para una producción de 6 t/ha

Elemento	Nivel crítico		Recomendación Kg/ha	
	Categoría	Valor	P ₂ O ₅	K ₂ O
Fósforo	Bajo	0-5 ug/ml	0	0
	Medio	6-10 ug/ml	30	0
	Alto	> 10 ug/ml	0	0
Potasio	Bajo	0-0,1 meq/100 ml	0	30
	Medio	0,11-0,2 meq/100 ml	0	15
	Alto	0,2 meq/10 ml	0	0

Fuente: Cordero 1993.

El fósforo proveniente del fertilizante deberá ser aplicado en la siembra o en las últimas rastreadas del terreno, el cual se puede hacer con la sembradora mecánica, con la voleadora accionada por la toma de fuerza del tractor y al voleo en forma manual. Puede utilizar fuentes como el triple superfosfato (0-46-0) o fórmulas altas en fósforo como la 12-24-12, 10-30-10 ó 18-46-0 u otras similares. La aplicación de fósforo en el período de desarrollo del cultivo no es recomendable, por la dinámica de este elemento en el suelo y debido a su poder de fijación o inmovilización.

El potasio al igual que el fósforo, generalmente se coloca en la siembra, pero también puede ser aplicado durante el crecimiento del cultivo. En este caso, deberá aplicarse al inicio del macollamiento.

Las fuentes de potasio más corrientes son el sulfato de potasio (0-0-50) y el cloruro de potasio (0-0-60) o las fórmulas completas que contengan potasio, como 20-0-20, 20-3-20, 26-0-26, 15-3-31 u otras similares.

La baja disponibilidad de fertilizantes como triple superfosfato, sulfato de potasio, cloruro de potasio, entre otros, considerados como materias primas, impiden en muchos casos recomendar estos fertilizantes y en sustitución se deberán utilizar fórmulas de fertilizantes completos de gran oferta en el mercado como la 10-30-10, 12-24-12, 18-46-0 (DAP) o 15-15-15.

2. Fertilización con nitrógeno

En el Cuadro 12, se presenta un resumen de las dosis de nitrógeno a emplear, según la variedad y sistema de cultivo (secano o riego). Las recomendaciones son el producto de la investigación desarrollada por el MAG y el INTA.

Cuadro 12. Fertilización nitrogenada para el cultivo del arroz en Costa Rica, según la variedad y el sistema de cultivo

Variedad	Dosis de nitrógeno kg/ha	
	Secano favorecido	Riego
CR 1113	80-120	100-120
CR 5272	80-100	80-100
CR 1821 ¹	100-120	100-180
CR 8334	80-100	100-140
CR 4102	80-100	100-120
CR 4338	80-100	00-120
CR 4477	80-120	80-140

Fuente: Cordero 1993, Tinoco 1995.

¹ La variedad CR 1821 cultivada en condiciones de secano favorecido, se recomienda sembrarla sólo en áreas bajas, donde es común tener una humedad casi permanente durante el desarrollo del cultivo.

Como se nota en el cuadro anterior, las cantidades recomendadas para el cultivo bajo riego son más altas y los rendimientos son superiores. Las diferencias son más amplias para la variedad CR 1821, ya que bajo inundación sus requerimientos son de 180 kg de N/ha. La gran variación depende principalmente de las variedades y del sistema de cultivo y las recomendaciones son el producto de investigaciones realizadas en un sin número de suelos, climas y manejo del cultivo por varios años.

La eficiencia de la fertilización nitrogenada en el cultivo del arroz, está expuesta a muchas pérdidas como: volatilización, lixiviación, escorrentía y desnitrificación. Algunos estudios realizados por el MAG e INTA indican que el aprovechamiento del nitrógeno por la planta proveniente de los fertilizantes, alcanza valores de sólo 33%. En otras palabras el nitrógeno aplicado al cultivo está expuesto a pérdidas de 67%. Por tal motivo para mejorar la eficiencia de las aplicaciones nitrogenadas, es conveniente fraccionarlas entre dos y cuatro aplicaciones, dependiendo del desarrollo del cultivo y de la eficiencia de los abonamientos previos.

Las épocas de aplicación más recomendables son:

Durante el macollamiento activo: en este estado fenológico, el fertilizante nitrogenado se aplica al inicio del ahijamiento, cuando el arroz está en el estado de plántula con cuatro hojas. También se puede fraccionar esta aplicación poniendo una parte a la mitad de macollamiento, la que se ejecutará dependiendo del estado nutricional del cultivo y cuando la aplicación realizada al inicio del macollaje no fue eficiente, por pérdidas de nitrógeno o mal manejo

del cultivo, como el combate de malezas. En la mayoría de los casos el mismo cultivo lo muestra, porque presenta mal desarrollo y empieza a perder su color verde normal tornándose amarillento.



Figura 13. Deficiencias de nitrógeno

Durante la formación de la panícula: la aplicación de nitrógeno durante esta etapa del cultivo es muy importante y se refleja en el rendimiento, ya que favorece la fase reproductiva del arroz, haciendo que la mayoría de los hijos formados en la etapa vegetativa sean productivos. Debido a las épocas de aplicación recomendadas, se da especial importancia a dos fases: la **vegetativa** (entre el inicio del macollamiento y la producción de hijos) y a la **reproductiva** (etapa de diferenciación del primordio floral). En estas épocas se sugiere aplicar el nitrógeno en la siguiente forma: de 40-50% en la fase de macollamiento y el restante en la fase reproductiva, cuando ocurre la diferenciación del primordio floral al inicio de panícula, las cantidades de nitrógeno a aplicar son de 50 a 60%.

La aplicación de nitrógeno a la siembra no es recomendable, debido a las pérdidas en el suelo de este elemento, indicadas anteriormente, y por la poca o casi nula absorción de nitrógeno por las plántulas de arroz, que va desde la germinación de la semilla hasta al estado de la plántula (cuatro hojas).

Con relación a las fuentes nitrogenadas para arroz cultivado en condiciones de secano, se ha comprobado, mediante investigaciones realizadas por el MAG, que no existe ninguna diferencia en el uso de las tres principales fuentes nitrogenadas (Cuadro 13). La escogencia de cualquiera de estas fuentes, dependerá de los aspectos económicos, ya que desde el punto de vista agronómico se comportan de igual forma.

Cuadro 13. Principales fuentes de nitrógeno utilizadas para arroz cultivado en condiciones de secano

Fuente	% de nitrógeno	Forma de nitrógeno
Urea	46,0	Amoniacal (NH_4)
Sulfato de amonio	21,0	Amoniacal (NH_4)
Nitrato de amonio	33,5	nitrato y amoniacal (NO_3 y NH_4)

Para suelos deficientes en azufre, conocidos por el historial del cultivo, se recomienda usar el sulfato de amonio; se ha podido comprobar que esta fuente nitrogenada es la mejor porque además de nitrógeno aporta azufre en 24%.

A pesar de su ventaja para las condiciones de secano, su uso indiscriminado y consecutivo puede llegar a acidificar más rápidamente los suelos (baja el pH) que las otras fuentes nitrogenadas. La disminución del pH del suelo dependerá principalmente de la capacidad tampón del suelo y de la cantidad total recibida de sulfato de amonio en determinado tiempo.

En condiciones de arroz anegado, el nitrógeno amoniacal es superior al nitrógeno en forma de nitratos; por esta razón las fuentes nitrogenadas como el sulfato de amonio y la urea, son las que más se usan bajo este sistema de cultivo.

3. Fertilización con otros nutrimentos

Después del nitrógeno, fósforo y potasio existen otros dos nutrimentos que han adquirido importancia en el cultivo del arroz en Costa Rica que son el azufre y el zinc.

Con respecto al azufre, el uso de fertilizantes de alto grado y de fórmulas sin azufre han provocado que las deficiencias de este elemento sean más frecuentes en los últimos años. La corrección de esta deficiencia se puede lograr con la aplicación de 30 kg de S/ha, a base de sulfato de amonio, al inicio del macollamiento o con el uso de fórmulas completas con azufre a la siembra. También el sulfato de potasio, si se encuentra disponible en el mercado, puede ser usado con ventaja y puede ser aplicado tanto a la siembra como al macollaje.

Las deficiencias de zinc se han acentuado por el uso de técnicas de nivelación en la preparación del suelo para el sistema bajo anegamiento cuando se remueve la capa superior. Sin embargo, en secano favorecido se pueden presentar niveles bajos de zinc en el suelo, los cuales deben corregirse oportunamente con aplicaciones de fertilizantes. Su corrección puede ser al suelo con sulfato de zinc u otras fuentes de zinc. Las aplicaciones foliares también han sido positivas y en el mercado existe un buen número de fuentes dentro de las que se destacan las formas quelatadas y dentro de estas últimas, los metalosatos de zinc.

A pesar de que el análisis del contenido de zinc en el suelo, para el cultivo del arroz, no está bien calibrado, experiencias en el ámbito de agricultor permiten sugerir la aplicación de este nutrimento, cuando los contenidos de zinc disponible en el suelo son iguales o menores de tres ug/ml de Zn extraídos con solución de Olsen Modificado. La aparición de síntomas visuales en la etapa de macollamiento, indica que debe efectuarse su corrección; si se hace en forma tardía el cultivo no se recuperará y tendrá bajo macollamiento y falta de desarrollo. Las dosis a aplicar tanto foliar como al suelo o al cultivo, dependerán de la fuente a usar y su forma de aplicación.

Existe otra forma de aplicar el zinc y es mezclándolo con la urea; en este caso, la aplicación se hace en la fase de macollamiento activo (25-30 días después de la siembra).

Se debe considerar, como una práctica importante la aplicación de micronutrientes como manganeso, cobre y boro en la fase de prefloración embuchamiento de la planta si se tiene evidencia de su necesidad.

Los suelos vertisoles en los últimos años, han presentando deficiencias de manganeso principalmente en las localidades del distrito de riego de Bagatzi y La Soga en Guanacaste, Costa Rica. Los análisis de suelo de esta zona indican severas deficiencias de este elemento, los cuales normalmente acrecientan el problema de deficiencias de fósforo y potasio para suelos pesados como los vertisoles.

4. Toxicidad de hierro

Con frecuencia se observan en campos arroceros áreas dentro de las plantaciones con una coloración amarilla - anaranjada que comienza en las puntas de las hojas y luego se extiende hacia la base. En éstas áreas normalmente hay acumulación de agua o encharcamiento que favorece la condición anaeróbica produciéndose un incremento en el contenido de hierro soluble, el cual se reduce, provocando un enrojecimiento en la rizósfera del arroz, (Figuras 12 y 13), ésto se conoce como toxicidad indirecta de hierro, la cual está asociada a una deficiencia de potasio y en algunos inceptisoles y vertisoles de Guanacaste se asocia con deficiencias de manganeso y cobre.

Una de las posibles formas de corregir este problema consiste en drenar el campo para favorecer la condición aeróbica, o bien mediante fertilizaciones especialmente foliares, agregando en la aplicación algún coadyuvante que mejore la penetración dentro del tejido de la planta.

Capítulo V

FITOPROTECCIÓN

Las malezas, plagas y enfermedades constituyen un aspecto muy importante en el cultivo de arroz. Identificarlas y conocer los problemas que originan en una plantación de arroz es de gran valor, así como también saber alternativas de combate para eliminar o reducir al mínimo los efectos negativos que éstos puedan provocar en los campos de producción.

1. Malezas

Principales malezas en arroz

La identificación correcta del complejo de malezas que se tienen en la plantación, es fundamental para la adecuada estrategia de control, sobre todo en estos tiempos, en los que se cuenta con herbicidas tan específicos.

Se pretende proporcionar en éste documento una fuente práctica de referencia para la identificación de malezas por métodos visuales de comparación, seguidamente se presentan las más comunes en los campos arroceros.



Figura 14. *Ischaemun rugosum*



Figura 15. *Ischaemun rugosum* (Falso abrojo o zacate manchado)



Figura 16. *Echinochloa colona*



Figura 18. *Leptochloa filiformis*



Figura 19. *Leptochloa uninervia* (Plumilla)



Figura 20. *Digitaria sanguinalis*



Figura 17. *Eleusine indica* (Pata de gallina)



Figura 21. *Rottboellia cochinchinensis* (Caminadora o Zacate Indio)



Figura 22. Arroz Rojo



Figura 23. Malachra spp. (Malva)



Figura 24. Commelina diffusa
(Siempre viva)



Figura 25. Murdania nudiflora
(Cangrejillo)



Figura 26. Sesbania exaltata
(Tamarindillo)



Figura 27. Eclipta alba (Eclipta)



Figura 28. Cyperus esculentus
(Cortadera)



Figura 29. Scleria therota
(Navajuela)



Figura 30. Cucumis melo
(Meloncillo)



Figura 31. Cyperus. Iria (sontol)

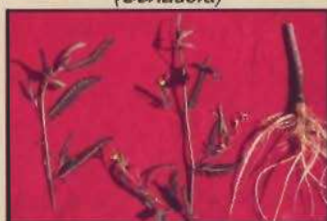


Figura 33. Aeschynomene
sensitiva (Tamarindillo)



Figura 32. Echinochloa colona



Figura 34. Caperonia palustris
(Botoncillo)



Figura 35. Frimbristylis miliacea
(pelo chino)



Figura 36. Ludwigia octovalis (Clavito)



Figura 37. Cyperus rotundus (Coyolillo)

Período crítico de competencia en arroz.

Período crítico de competencia es aquel estadio de desarrollo de un cultivo en el cual debe estar libre de competencia para alcanzar el máximo rendimiento. La competencia puede ser ocasionada por factores como déficit de agua, deficiente nutrición, alta incidencia de plagas (malezas, enfermedades e insectos) y deficiente luminosidad.

El arroz a lo largo de todo su ciclo tiene dos períodos críticos: macollamiento y diferenciación del primordio floral. En la primera etapa cuando existe competencia por infestación de malezas, se afecta el macollamiento, condición que induce a una baja cantidad de hijos productivos. En la segunda etapa, el efecto conlleva a que los granos no llenen adecuadamente, se produce mucho grano vano y los predispone a la incidencia del complejo fungoso del manchado del grano.

Para alcanzar máximos rendimientos con el arroz el período crítico más importante es al macollamiento, ya que, es poco lo que se logra con eliminarle competencia al arroz a la diferenciación del primordio floral si la cantidad de hijos productivos es muy baja.

Importancia del banco de semillas.

El suelo es el reservorio más grande de semillas, a esto se debe el nombre de banco de semillas. A través del tiempo este banco se ha enriquecido por el laboreo de siembras periódicas en un área determinada.

Entre las ventajas competitivas de las malezas es su germinación escalonada a lo largo del ciclo del cultivo, es por esto, que entre más agotado esté ese banco de semillas menor será la germinación de las malezas.

Algunas estrategias para agotar el banco de semillas son:

- Realizar una adecuada preparación del suelo previo a la siembra, para tal efecto, es aconsejable el paso de la rastra varias veces en intervalos de al menos 15 días entre una y otra, especialmente si la humedad relativa es alta, condición que favorece la germinación de nuevas poblaciones.
- Es necesario realizar monitoreos permanentes en las plantaciones comerciales a fin de identificar las especies presentes y su abundancia o frecuencia. Estos monitoreos permiten un diagnóstico inicial en la identificación de especies resistentes a herbicidas.
- El conocimiento de las especies presentes en los campos cultivados da la pauta para el desarrollo de las estrategias de combate con moléculas herbicidas. En presencia de arroz contaminantes (arroz rojo) es fundamental la cosecha de esas plantas en campo antes de que el grano alcance madurez fisiológica; caso contrario, el grano se desprende e irá al banco o reservorio de semillas en el suelo provocando toda la problemática descrita. Existen trabajos de investigación que han identificado que las semillas de arroz rojo, aún estando enterradas a 0,7 m por varios años, una vez que logran salir a la superficie son completamente capaces de germinar.

Clasificación de los herbicidas.

Existen muchos criterios para clasificar estas moléculas químicas, los más comunes son:

- Por selectividad del herbicida, donde están:
 - a. No selectivos: acción total, destruyen toda la vegetación presente.
 - b. Selectivo: destruyen las malas hierbas o tipos específicos de ellas, pero no afectan el cultivo. Normalmente la selectividad depende de la dosis y forma de aplicación del producto. Esta se define como la capacidad que tiene una planta de metabolizar un herbicida sin sufrir alteraciones fisiológicas que modifiquen su desarrollo normal.

Por movilidad del herbicida.

- a. Contacto: necesariamente deben de entrar en contacto con las malas hierbas para destruirlas. Afectan solamente a la porción tratada de la planta o ligeramente más allá.
 - b. Residual: se aplican al suelo antes de que se desarrollen las malezas, evitan su germinación o destruyen las plantas poco tiempo después de germinadas.
 - c. Sistémico: después de ser absorbidos, se trasladan dentro de la planta e interfieren uno o varios procesos metabólicos. El producto puede afectar no solamente la porción tratada, ya que su acción puede ser ejercida sobre otras partes de la planta.
- Por su mecanismo o modo de acción: se refiere a la acción primaria del herbicida, por ejemplo las triazinas inhiben la reacción de Hill.

Por su Vida Media (DT50): se entiende por el tiempo requerido (en días) para convertir la mitad de éste en otra(s) sustancia(s), en cualquiera de las matrices o compartimentos (suelo o agua / sedimento). Los parámetros para su determinación no son estandarizados. Es importante anotar que la degradación de una sustancia química es hacia productos más polares, y estos metabolitos pueden ser más o menos tóxicos, más o menos persistentes, más o menos móviles que la sustancia que le dio origen.

- Por su época de aplicación: se basa en el desarrollo del cultivo y las malezas. El uso de herbicidas tomando en cuenta el estado de desarrollo de las malezas es posible en atención a que la mayoría de los herbicidas tienen acción en pre o post-emergencia, aunque en algunos casos trabajan de ambas formas. Estos conceptos se discuten en éste mismo capítulo más adelante.

Herbicidas registrados en Costa Rica para ser utilizados en arroz.

En el Cuadro 14 se enlistan los herbicidas autorizados en el mercado costarricense para ser usados en arroz. La información que se detalla se obtuvo del Registro de Abonos y Plaguicidas, de la Dirección de Protección Fitosanitaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Cuadro 14. Herbicidas con uso autorizado en arroz

Genérico	Concentración	Formulación	Dosis Recomendada
2,4-D	68,2	SL	1,0-1,5 l/ha
2,4-D	60,0	SL	1,0-2,5 l/ha
2,4-D	45,6	SL	1,5-2,2 l/ha
2,4-D	40,0	SL	2,0-3,0 l/ha
2,4-D	48,0	SL	3,0-3,5 l/ha
2,4-D + IOXINIL	70,0	EC	0,5-0,75 l/ha
2,4-D + MCPA	60,0	SL	0,4-0,8 l/ha
2,4-D + MCPA	48,0	SL	0,5-1,0 l/ha
2,4-D + PICLORAM	30,4	SL	0,2-1,5 l/ha
2,4-D + PICLORAM	38,2	SL	1,0-1,25 l/ha
2,4-D + PICLORAM	16,0	SL	2,0-8,0 l/ha
ANILOFOS	30,0	EC	1,5-3,0 l/ha
BENSULFURON METIL	60,0	WG	80,0-120,0 g/ha
BENTAZON	48,0	SL	2,0-5,0 l/ha
BENTAZON + MCPA	46,0	SL	1,5-2,0 l/ha
BIFENOX	48,0	SC	6,0 l/ha
CLODINAFOP	10,0	EC	0,4-0,5 l/ha
CLOMAZONE	48,0	SC	1,25-1,5 l/ha
DIQUAT	20,0	SL	1,5-3,0 l/ha
ETHIL PIRAZOSULFURON	10,0	WP	0,2-0,3 kg/ha
FENOXAPROP ETIL	4,5	EC	0,75-1,0 l/ha
FENOXAPROP ETIL	12,0	EC	0,75-1,25 l/ha
FENOXAPROP+MCPA+2,4-D	32,5	EC	0,75-1,25 l/ha
GLIFOSATO+MCPA	36,0	SL	2,0-2,3 l/200 l Agua
MCPA	60,0	SL	0,7-0,8 l/ha
MCPA	72,0	SL	0,8-1,33 l/ha
MCPA	48,0	SL	1,5-2,0 l/ha
MCPA	50,0	SL	1,5-2,0 l/ha
MCPA TIOETIL	40,0	EC	1,0-2,5 l/ha
METSULFURON METIL	60,0	WG	8,0-10,0 g/ha
MOLINATE	95,6	GR	2,5-3,75 l/ha
MOLINATE	10,0	GR	23,0-60,0 kg/ha
ORIZALINA	48,0	SL	0,5-1,0 l/ha
OXADIAZON	38,0	SC	2,6 l/ha

OXIDIAZON	25,0	EC	3,0-4,0 l/ha
OXIFLUORFEN	12,0	EC	2,0-3,0 l/ha
OXIFLUORFEN	24,0	EC	2,5-3,0 l/ha
PENDIMENTALIN	50,0	EC	2,0-3,0 l/ha
PENDIMENTALIN	33,0	EC	3,0 l/ha
PRETILACLOR	50,0	EC	1,5 l/ha
PROPANIL	60,0	WG	4,0-11,4 kg/ha
PROPANIL	80,0	WG	4,0-6,0 kg/ha
PROPANIL	48,0	EC	5,5-9,0 l/ha
PROPANIL	54,0	EC	6,0-9,0 l/ha
PROPANIL	48,0	SC	7,5-14,0 l/ha
PROPANIL	42,0	EC	7,6-10,5 l/ha
PROPANIL	36,0	EC	8,0-12,0 l/ha
PROPANIL + MCPA	53,0	EC	6,5-8,25 l/ha
PROPANIL + MCPA	46,0	EC	8,5-11,0 l/ha
PROPANIL + MOLINATO	72,0	EC	6,0 l/ha
PROPANIL + PIPEROFOS	48,0	EC	3,0-7,0 (terr)-4,0-8,0 (Aéreo) l/ha
PROPANIL+2,4-D	54,0	EC	7,0-10,0 l/ha
QUINCLORAC	50,0	WP	0,5-1,0 l/ha
QUINCLORAC	25,0	SC	1,0-1,4 l/ha
SETOXIDIN	11,2	EC	
TIOBENCARB	96,0	EC	3,0-4,0 l/ha
TRICLOPIR	48,0	EC	0,4-0,5 l/ha
BISPIRIDAC-SODICO	40,0	SC	1,0 l/ha
CYCLOSULFAMURON	70,0	WG	0,057 kg/ha
CYHALOFOP	18,0	EC	0,5-2,5 l/ha
FENOXAPROP + MCPA + 2,4-D	32,5	EC	0,75-1,25 l/ha
GLIFOSATO	10,25-36,0	SL	1,0-6,0 l/ha
GLIFOSATO	68,0	SG	2,0 l/ha
GLIFOSATO TRIMESIUM	33,0	SL	1,0-3,0 l/ha
METSULFURON METILO + PICLORAM	84,0	SL	8,0-30,0 g/ha
ORIZALINA	48,0	SL	0,5-1,0 l/ha
OXADIARGYL	40,0	SC	0,3-0,6 l/ha
PIZASULFURON ETIL	10,0	WP	0,2- 0,3 kg/ha
PRETILACLOR	50,0	EC	1,5 l/ha

Recomendaciones a seguir para el uso de herbicidas graminicidas sistémicos.

- Se deben aplicar cuando las condiciones ambientales, desde el punto de vista fisiológico, sean óptimos: humedad, nutrición y otros factores ambientales.
- No mezcle los herbicidas graminicidas sistémicos con herbicidas hormonales.
- Aplique estos herbicidas cinco días antes o después de la aplicación de los herbicidas hormonales.
- En cultivo inundado, drenar el campo para favorecer la absorción del producto.
- Es recomendable realizar una fertilización nitrogenada cinco días antes de la aplicación.

En algunas áreas del país se está utilizando con alguna frecuencia el establecimiento del cultivo de arroz con cero labranza, para tal efecto se recomienda el uso de herbicidas del grupo glifosato en dosis de 1,5 a 3,0 kg de i.a./ha.

Arroz Maleza Rojo (Arroz Rojo) y otros contaminantes

Los arroces contaminantes son malezas que limitan la producción de arroz y deterioran la calidad del grano. Como resultado han sido abandonadas áreas dedicadas a este cultivo, más recientemente se ha dado el desarrollo de otra actividad, mermando la oferta de arroz a la población.



Figura 38. Campo de producción infestado con arroces contaminantes

Colateralmente, se han producido dos efectos: primero la imposibilidad de producir semilla de arroz en estos lotes; segundo una merma en el rendimiento del arroz blanco, por competencia con el arroz maleza rojo y el "castigo" en el precio de venta del producto.

Se presume que los arroces contaminantes fueron introducidos al país vía importación de semilla certificada, hace aproximadamente 20 años. Para el caso del “arroz rojo” *Oryza sativa*, en particular, la problemática se inició con el cruce de éste con los cultivares de endosperma blanco, produciéndose generaciones fuera de tipo y en proporciones de 2/3 con endosperma rojo.

Lo anterior ha provocado un incremento en el número de especies y tipos de arroz maleza rojo en nuestro país. En Colombia se informa de al menos 14 tipos de *Oryza* como maleza, se piensa que en Costa Rica, el número de biotipos puede ser superior a 12.

Los diferentes tipos de arroz maleza rojo que están presentes en los campos arroceros de Costa Rica, reciben los nombres de: arroz rojo, arrozón, arroz pato y arroz chino, los cuales constituyen una diversidad de material genético entre los que destacan el *Oryza sativa* (arroz rojo) y el *Oryza latifolia* (arroz pato).

Algunas características de los arroces contaminantes



Figura 39: Tallo Rojo

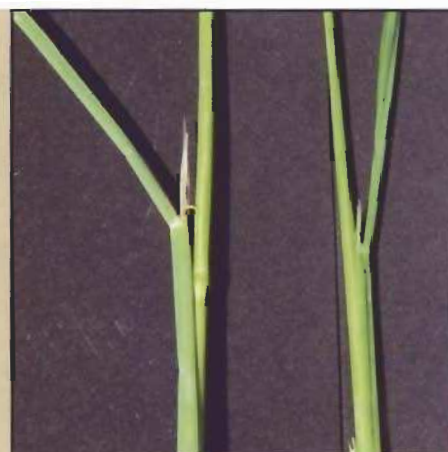


Figura 40: Ligula más grande

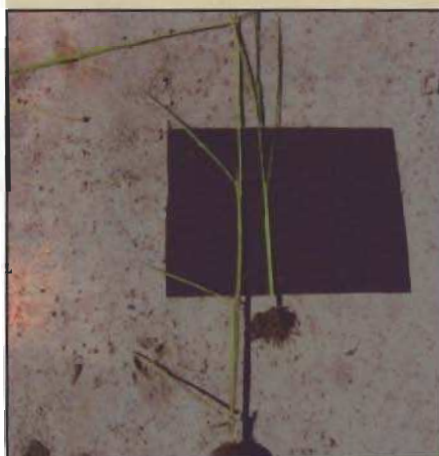


Figura 41: Mayor tamaño de planta



Figura 42: Color del grano

El control de estas malezas se dificulta por pertenecer a la misma familia y género del arroz comercial, con características fisiológicas y anatómicas muy semejantes, tales como ciclo más corto (90-110 días), mayor altura, aunque actualmente se presentan en ciertos campos lo que se conoce como arroz rojo varietal (igual altura que el arroz comercial), otras características son: rápida diseminación, fácil desgrane, semillas con germinación diferencial, alta latencia (10 a 15 años) y alta resistencia al efecto de los herbicidas selectivos.

Las investigaciones realizadas en conjunto entre las empresas estatales, privadas y productores que han aportado un valioso apoyo, han generado alternativas de control químico dentro de un programa de manejo que se muestran en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Alternativas químicas dentro de un programa de manejo del arroz maleza rojo

Nombre Técnico	Dosis kg i.a./ha	Epoca de aplicación	Observaciones
OXIFLUORFEN*	0,48-0,96	Presiembra y Preemergencia	Dosis más baja Preemergencia y la más alta en Postemergencia
OXADIARGYL*	0,28-0,40	Presiembra y Preemergencia	Dosis más baja Preemergencia y la más alta en Postemergencia
PRETILACLOR	2,00-2,50	Presiembra	Dosis depende de textura de suelo, ventana de siembra 10 dda**
PENDIMETALINA	2,00-3,00	Presiembra	Dosis depende de textura de suelo, ventana de siembra 30 dda**
METRIBUZIN	0,60-0,75	Presiembra	Dosis depende de textura de suelo, ventana de siembra 25 dda**
GLIFOSATO***	1,20-1-50	Presiembra, Preemergencia	Es requisito su empleo para disminuir banco de semillas, o en mezcla con los productos antes mencionados.

* Alternativas que ya están validadas comercialmente en arroz anegado, por lo que son de aplicación inmediata, falta afinar eficacia y selectividad en arroz seco.

** dda. Días después de la aplicación, son alternativas seguras si se respeta la ventana de siembra para volear semilla seca o pregerminada, se está investigando en aplicación en preemergencia.

*** Ninguna de las alternativas indicadas en el Cuadro 15, pueden ser aplicadas sin antes no se lleva a cabo una disminución del banco de semillas con el uso de un Glifosato "quemaz químicas".



Figuras 43. Sistema de aplicación en lámina de agua





Figura 46. Sistema de Aplicación de tratamientos en Presiembra

Existe en el mercado una reciente tecnología que trabaja con variedades resistentes a los herbicidas del grupo de la Imidazolinonas conocido como sistema "Clear Field" que utiliza una mezcla de herbicidas (Imazapic+Imazapir (Imazetapic)), utilizando dos variedades de arroz denominadas CFX-18 y la INTA-PUITA, las cuales tienen tolerancia selectiva a estos herbicidas.



Figura 47. Sistema Clear Field

Se debe tener presente que solo el uso de medidas químicas no siempre es satisfactorio, por lo tanto deben de considerarse estrategias de manejo que involucren el uso de semilla limpia, limpieza de equipos, densidad de siembra, preparación del terreno y rotación de cultivos. El sorgo es un cultivo que se adapta a los sistemas productivos de arroz, principalmente bajo condiciones de secano, en especial teniendo en cuenta que para su cultivo se puede utilizar la misma maquinaria de siembra y de cosecha que se utiliza en arroz. El transporte y almacenamiento puede hacerse con la misma infraestructura del arroz.

El uso de una o varias alternativas en forma rotativa, dependerá de la presión de arroz maleza rojo como de las malezas comunes que presente el área a sembrar, así como del costo del tratamiento, con el objetivo principal de disminuir el banco de semillas.



Figura 48. Panícula de arroz maleza rojo

2. Insectos y ácaros dañinos y su combate

La severidad de los daños causados por los insectos, depende del manejo agronómico, sistema de cultivo, las condiciones climáticas y la cantidad o densidad del insecto. Aspectos como los anteriores se deben tener presente en un programa de combate de insectos. Además se debe considerar no sólo la presencia del insecto, sino también en que parte de la planta (raíz, tallo, flor, grano) está causando el daño.

Aplicar plaguicidas por sólo el hecho de aplicarlos, es costoso económicamente, ambientalmente y riesgoso. Además, la filosofía debe estar dirigida a tratar de aumentar la productividad, pero también a reducir costos. Los insecticidas

y acaricidas no incrementan los rendimientos, sólo sirven para proteger ese rendimiento a un determinado costo.

Para manejar adecuadamente las plagas, es necesario estimar la cantidad de insectos y ácaros y la severidad de los daños, tanto actuales como futuros. A la vez, se requiere de información de cuántos insectos y qué severidad de daño puede tolerar el cultivo sin que haya pérdidas económicas directas o indirectas.

Insectos del suelo

En términos generales, los insectos del suelo causan daños en los arrozales bajo el sistema de secano y en menor grado en plantaciones con riego suplementario.



Jobotos, *Phyllophaga* spp.
(Coleoptera: Scarabaeidae)

Los jobotos pueden afectar los arrozales durante todo el ciclo, pero los daños se manifiestan más entre agosto y octubre. Es una plaga que ataca más en los arrozales de secano del Pacífico Seco y la Región Huasteca Norte.

Figura 49. Larva de Phyllophaga spp.

Las larvas se ubican debajo de la superficie del suelo y están protegidas por las raíces. El combate de esta plaga en los cultivos establecidos es difícil, poco satisfactorio y costoso; por lo tanto, debe hacerse en forma preventiva.

En lotes nuevos o desocupados deben aplicarse insecticidas al suelo previo muestreo y observación de larvas. En lotes afectados en años anteriores, existe mayor probabilidad de que se vuelva a presentar la plaga, por lo tanto deben considerarse las medidas de combate necesarias, como es el caso de colocar trampas de luz. En lotes sin problemas en años anteriores, deben hacerse muestreos; se sugiere el muestreo en un área de 25 cm. de largo y 25 cm. de ancho a 20 cm. de profundidad. Deben tomarse, por lo menos, cuatro o cinco muestras por hectárea. En lotes grandes debe usarse un criterio de distribución de las muestras que brinde suficiente confiabilidad.

Desde el punto de vista agronómico y de combate, es importante una buena remoción del suelo, para dejar expuestas las larvas al sol y a los depredadores. Es momento también para aplicar un abrasivo como arena o cal viva, esto les causa heridas a las larvas lo cual las estresa y se activa una bacteria que las mismas larvas portan volviéndose en contra de las mismas.

Se sugiere aplicar insecticidas cuando exista un promedio de una a dos larvas por muestra antes de rastrear, o bien media larva en promedio por muestra,

una vez que el terreno esté listo. Si el suelo está seco, se ha observado que los resultados de los muestreos son erráticos. De todas maneras, si el muestreo resulta tedioso, pueden hacerse observaciones cuando se prepara el terreno, o bien, levantando malezas para observar por debajo de las raíces si hay presencia de larvas. Los insecticidas a aplicar deben ser compatibles con el propanil y poseer un buen efecto residual máximo de tres meses.

Otra alternativa de manejo es el sembrar o mantener árboles y plantas trampa como: Guácimo (*Guazuma* spp.), Malinche (*Caesalpinia pulcherrima*), Jocote (*Spondias purpurea*), Poro (*Erythrina poeppigiana*), Anona (*Anona* sp.), Ceiba (*Ceiba* sp.), Sida (*Sida* sp.), Amapola (*Hibiscus esculentus*), Yuca (*Manihot esculentus*) y otras especies. Se ha observado que los adultos se alimentan y copulan en estas plantas, por lo que colocar las trampas de luz aquí se aumenta la captura además se puede por las noches, realizar aplicaciones de insecticidas dirigidas a los árboles.



Figura 50. Adulto de *E. bidentata*.

Abejones negros,
Eutheola bidentata
(Coleoptera: Scarabaeidae),

Tanto los adultos como las larvas causan daño. Los adultos perforan o destrozan la planta a la altura de la corona de la raíz y las larvas se alimentan de las raíces. Éstos son frecuentes en suelos sueltos y en lotes que anteriormente tenían pastos.

Para su combate puede procederse como para jobotos en el caso de manejo del suelo. Las aplicaciones hechas después de la siembra reducen bastante las poblaciones de adultos y con ello los daños.



Figura 51. Adulto de *Neocurtilla hexadactyla*.

Grillo topo, *Neocurtilla hexadactyla*
(Orthoptera: Grillotalpidae)

Este insecto ataca el sistema radical y su daño es mayor antes del macollamiento porque puede destruir toda la planta. Es endémico en lotes cercanos a ríos y de suelo suelto. Los grillo topos son favorecidos por algunas plantas (malezas) que crecen alrededor de los lotes, de donde invaden los cultivos. Por la naturaleza invasora de la plaga, es posible atenuar los daños mediante la hechura de zanjas en los bordes del lote, con un arado o equipo afín, en las que se aplica insecticida, para que actúe a manera de barrera.

No todos los insecticidas aplicados a la siembra logran un combate satisfactorio de esta plaga, ya que se requiere que tengan efecto de contacto y fumigante.



Figura 52. Adulto de *Blissus leucopterus*

Chinilla, *Blissus leucopterus* Say
(Hemiptera: Lygaeidae)

Es una plaga del suelo, estrictamente del cultivo en secano, favorecida por períodos de escasa precipitación. Este insecto forma colonias en diversas partes de los lotes, que se van extendiendo.

Está distribuida por todas las zonas arroceras, pero es más importante en la zona del Pacífico Sur, Central y en la Península de Nicoya. También ha provocado daños en la Región Huetar Norte.

Tanto las ninfas como los adultos viven en el suelo; chupan la savia de las bases de los tallos, las raíces y hojas inferiores. Los síntomas en las plantas son un enrojecimiento y/o marchitez y pérdida de vigor.

Insectos del tallo



Figura 53 Adulto de *Elasmopalpus lignosellus*

Taladrador menor del arroz
Elasmopalpus lignosellus Zeller
(Lepidoptera: Pyralidae)

Ésta es otra plaga del cultivo en secano. Se presenta más en la región del Pacífico Seco y durante períodos de sequía. También se ha observado recientemente en la Región Huetar Atlántica.

Las larvas perforan la base de los tallos y causan el síntoma conocido como "corazón muerto" (por lo que el tallo afectado no prospera). Los daños son más severos cuando los ataques ocurren antes o durante el macollamiento. No hay tratamiento satisfactorio contra esta plaga, aunque se ha notado que los daños disminuyen con la aplicación de insecticida en la siembra.

A veces, se pueden eliminar los adultos por medio de aplicaciones foliares; sin embargo, si la sequía continúa por algunos días más, los efectos no son satisfactorios.

Barrenador de la caña, *Diatraea* sp. (Lepidoptera: Pyralidae)

Novia del arroz, *Rupella albinella* Cram (Lepidoptera: Pyralidae)

Estos taladradores son más frecuentes en arroz bajo el sistema de inundado. En Costa Rica no han sido registradas como plagas de importancia y el incremento de las poblaciones obedece al desmedido uso de insecticidas.

Las larvas de ambas especies, perforan los tallos y causan “corazones muertos” o panículas blancas. Sin embargo, cuando el ataque ocurre entre el macollamiento y los 50 días de edad de la planta, se estimula el macollamiento y la planta se recupera. En ataques tardíos, el combate no produce resultados satisfactorios.



Figura 54. Adulto y larva de *Diatraea* sp.



Figura 55. Adulto de *Rupella albinella*

Debe determinarse el porcentaje de panículas blancas para tomar acciones en la siguiente cosecha. En ataques muy tardíos de la novia del arroz, no se aprecian las pérdidas en rendimiento, ya que las panículas producen bien aún con los tallos perforados. Por el momento no se recomienda ningún insecticida; se sugiere mantener el combate biológico que existe en forma natural.

Insectos del follaje

Pulguillas del arroz, *Chaetocnema* sp.,

***Epitrix cucumeris* (Coleoptera: Chrysomelidae)**

Los adultos de las dos especies son de color negro brillante y miden aproximadamente dos mm. La incidencia alta de estos insectos ocurre solamente en campos secos o cuando la precipitación es escasa.

Los adultos raspan el follaje de las plantas durante los primeros cincuenta días de edad; sin embargo, los daños más severos se producen durante los primeros treinta días por la pérdida de plántulas durante las dos primeras semanas.

Antes de aplicar medidas de combate, se debe examinar la plantación para determinar la población de insectos y el daño producido. Se sugiere el uso de un insecticida cuando se encuentren de cuatro o cinco adultos por planta durante las dos primeras semanas, o 30% de hojas afectadas. Si fuera

necesario el aplicar un insecticida, debe observarse su compatibilidad con el herbicida propanil. A menudo el raspado producido por estos insectos, agrava la toxicidad o quema causada por los herbicidas.



Figura 56. Daño de *Spodoptera* spp.

**Gusano cogollero, *Spodoptera* spp.
(Lepidoptera : Noctuidae)**

Este insecto ataca por lo menos una vez durante el ciclo del cultivo. Causa los mayores daños durante los primeros 30 días de edad de la planta; sin embargo, es posible encontrar infestaciones en arrozales de 50 a 60 días.

Las larvas son de color gris o gris verdoso con bandas laterales. Se comen las hojas y pueden causar serias defoliaciones que retrasan el crecimiento y permiten la invasión de malezas. En ocasiones provocan pérdidas de plantas en secciones de los arrozales.

A menudo, la presencia de este insecto coincide con la época de la aplicación de los herbicidas, por eso una práctica muy usada por los agricultores consiste en mezclar los herbicidas con el insecticida, lo cual les permite ahorrarse una aplicación. Sin embargo, se debe tener cuidado con la compatibilidad de los insecticidas fosforados y carbamatos, sobre todo con el herbicida propanil.

Los insecticidas piretroides, *Bacillus thuringiensis* y Abamectina emamectin benzoato, son los más seguros para el combate de esta plaga pero no debe abusarse de su uso. De todas maneras, debe observarse en el campo y esperar una buena expresión de la plaga. Debido a que esta plaga comúnmente ataca hasta los 60 días de edad; el arroz soporta hasta un 30% de defoliación y a menudo no es necesario efectuar la aplicación de insecticidas.

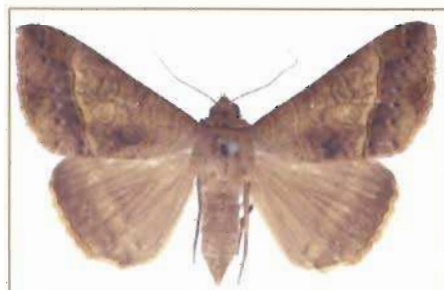


Figura 57. Adulto de *Mocis latipes*

**Gusano medidor o langosta medidora *Mocis latipes* Guen
(Lepidoptera: Noctuidae)**

Esta plaga puede atacar hasta dos veces por ciclo. Generalmente ataca el arroz entre los 30 a 70 días de edad y las mariposas prefieren arrozales infestados con zacates como setaria, zacate dulce y estrella africana.

Al igual que el gusano cogollero, las larvas son de color anaranjado a gris con bandas oscuras definidas, devoran el follaje y pueden causar serias defoliaciones. El gusano medidor es más voraz que el gusano cogollero, por lo que debe ser observado con más insistencia.

Aunque este insecto es susceptible a cualquiera de los insecticidas recomendados, es importante esperar la presencia de daños visibles en arrozales, para afectar también las larvas pequeñas que se refugian en las partes inferiores de las plantas.

A menudo, en arrozales con setenta días o más no es necesario combatir la plaga. Es muy importante mantener los arrozales libres de malezas gramíneas para evitar las infestaciones con este insecto. Se sugieren los insecticidas recomendados para el cogollero a 3/4 de las dosis.

Gusano enrollador del arroz o gusano cabezón, *Panoquina* spp. (Lepidoptera: HesperIIDae)

Las larvas de esta mariposa son los enrolladores observados con mayor frecuencia en los arrozales de Costa Rica. Las larvas son de color verde tierno, robustas, con la cabeza grande y acentuada. Se alimentan del follaje durante la noche y se esconden durante el día en hojas arrolladas, sobre todo cuando hay mucha radiación solar.



Figura 58. Larva de *Panoquina* spp.

No es un insecto voraz, por lo que no se considera una plaga. Sin embargo cuando se presentan altas poblaciones en campos el manejo recomendado es el biológico natural ya que no se considera necesario el uso de un insecticida sino un buen manejo de la fertilización nitrogenada y los plaguicidas contra otras plagas, mantienen las poblaciones a un nivel no perjudicial para el arroz.



Figura 59. Adultos de *Tagosodes oryzae*
Fuente: FEDEARROZ

Sogata, *Tagosodes oryzae* Muir (Homoptera: Delphacidae)

En la actualidad es un insecto que se presenta como plaga ya que se reproduce muy activamente sobre las variedades susceptibles. Su principal peligro reside en que es el vector de la enfermedad virosa hoja blanca (VHB).

El insecto adulto es una cigarrita de 3-4 mm de largo, la hembra es de color amarillo y el macho de color paja con manchas negras. Los machos pueden confundirse con la especie cubana (*S. cubanus*) se diferencian porque ésta última forma una manchita negra con las alas en reposo hacia el centro del dorso.

Tanto los adultos como las ninfas, chupan la savia de las hojas y de las vainas. Las plantas detienen su crecimiento, presentan marchitamiento y luego se tornan color rojo anaranjado. Generalmente, los mayores daños ocurren en arrozales con más de 50 días de edad.

Cuando se siembran variedades resistentes no es necesario aplicar insecticida. Para variedades moderadamente resistentes se recomienda hacer un uso racional de insecticidas para proteger los enemigos naturales.

Si se estima necesario, la aplicación de plaguicidas se deben realizar cuando el nivel de adultos sea de 60 a 80 en cuatro pases de la red entomológica, o bien, de 15 adultos/m². Existen alternativas de combate que deben ser consultadas.

Chapulines, *Conocephalus* spp.; *Neoconocephalus* spp.; *Phlugis* spp. (Orthoptera: Tettigoniidae); *Caulopsis* spp. (Orthoptera: Tetrigidae),

Pueden causar daños al follaje, tallos y panículas. Generalmente, los bordes de los lotes se infestan con poblaciones más altas.

Tanto las ninfas como los adultos pueden causar daños. En el follaje comen secciones de las hojas o bien las deshilachan y sólo dejan parte de las nervaduras. En el tallo causan daños que a veces se confunden con daños de ratas, lo que provoca espigas vanas o deformes. En las espigas, se comen los granos en formación. Los daños en el follaje son más dramáticos en arrozales con excesivo follaje.

El daño más importante ocurre después de los 60 días, cuando la población de esta plaga es más alta. Durante este período las hojas son necesarias para el llenado del grano, por lo tanto el ataque en esta etapa de la planta, pone en peligro las espigas.

Para efectuar el combate químico se sugieren los siguientes niveles de daño: 5% de la hoja bandera y 15% de las hojas siguientes; si ocurre daño en tallos o "panzas" se sugieren niveles de 2% de tallos afectados. Si se usa la red entomológica antes de la floración, un nivel de 10-12 individuos por cuatro pases simples de la red, puede indicar que ocurrirán daños.

Chinches, *Oebalus insularis* (Hemiptera: Pentatomidae), Fig. 60, 61, 62

Los adultos chupan los granos en desarrollo desde el estado de leche hasta el estado pastoso. Pueden causar granos vanos cuando los ataques son tempranos (después de la floración) o granos manchados y de pobre calidad molinera, cuando los ataques ocurren en el estado lechoso. No todo el tiempo ocurren poblaciones altas que puedan causar daños económicos, por lo que se recomienda hacer muestreos de campo antes de tomar la decisión de aplicar cualquier insecticida. Para usar insecticidas, se sugieren los siguientes niveles de infestación: cuatro o más chinches por metro cuadrado durante la floración u ocho o más chinches en la misma superficie, en estado lechoso.



Figura 60. Huevos y ninfas de primer estadio



Figura 61. Ninfas de quinto estadio. El insecto pasa por cinco estadios, con una duración aproximada total de 21 días



Figura 62. Adulto de *Oebalus insularis*. Hembra capaz de ovipositar 343 huevos en 13 posturas con un 98% de viabilidad.

En estudio realizado en las condiciones de la región Brunca, Costa Rica, el ciclo de vida de *O. insularis* total fue de 62,7 días. Tanto dentro como fuera del lote *O. insularis* se alimenta de las siguientes especies: *Oryza latifolia*, *Echinochloa colonum*, *Cyperus iria* y *Digitaria* spp. Se recolectaron posturas solamente en *Oryza latifolia*, lo cual lo convierte en el único hospedante alterno identificado. Sin olvidar que las restantes especies de arvenses proporcionan alimento y refugio al chinche de manera tal que son un factor importante dentro de la abundancia poblacional de *O. insularis*. Dado el tipo de arquitectura las arvenses podrían ser fuentes potenciales de alimento y refugio del mismo. A menudo las infestaciones ocurren en los bordes de los lotes y sólo se justifica hacer una aplicación en ellos.

Acaro del vaneo *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae)

Este ácaro vive y se reproduce dentro de las vainas de las hojas del arroz. Se disemina por el viento, animales, hombre, maquinaria agrícola y agua de riego. Sin lugar a dudas el manejo de esta plaga debe ser integrada considerando como primer aspecto un control sostenible el cual debe comprender: manejo de la fertilización nitrogenada, control natural para aprovechar varios enemigos naturales observados como el hongo *Hirsutella nodulosa*, ácaros depredadores y otros y medidas culturales como la destrucción inmediata de residuos de postcosecha.



Figura 63. Ninfas y adultos de *S. spinki*



Figura 64. Daño de *S. spinki*

En el control de este ácaro debe tenerse como meta, “llegar a panzoneo o embuche con el menor número de ácaros en la vaina de la hoja bandera”. Se ha determinado que el período crítico está comprendido entre la emergencia del primordio floral hasta antes de la panícula en formación. De ahí que los muestreos decisivos deben iniciarse antes de la separación de entre nudos. Determinar sitios propensos a ser infestados: bordes, entradas de maquinaria, bordes colindantes o cercanos a otros arrozales más viejos. Se recomienda iniciar estos monitoreos cuando la planta tiene 20 ddg. Hay una fórmula (Dominicana) para iniciar aplicaciones, considerando además, los datos que indica el muestreo: $\text{DIAS A COSECHA} - 60 \text{ DIAS} + 5 \text{ a } 10 \text{ DIAS}$. Ahora es importante considerar que los mejores insecticidas y acaricidas que se tienen no matan totalmente a los ácaros, sobre todo a los que se encuentran alojados en las vainas inferiores y aún en las vainas superiores.

3. Enfermedades y su combate

La semilla de arroz debe ser de alta pureza genética, alto vigor y poder germinativo, para evitar ataques de enfermedades durante esta etapa. A pesar de que el arroz en sus primeros estadios tiene pocos problemas fitosanitarios de relevancia económica a nivel local, conviene tratarla con fungicidas para mejorar su poder germinativo.

El tratamiento de la semilla con fungicidas puede realizarse bajo el método en seco o en inmersión. Este último método es muy utilizado en combinación con la pregerminación como práctica del cultivo.

Se ha demostrado que la semilla de arroz absorbe todo el agua requerida para su proceso de pregerminación durante tiempos de inmersión comprendidos entre 12 y 18 horas. Tiempos de inmersión mayores a 20 horas tienden a retrasar la emergencia de la radícula. No obstante lo anterior, en algunas fincas la semilla se pregermina con 24 horas de inmersión y 36 horas de escurrimiento o drenaje de las pilas de tratamiento, cuando ésta es colocada en sacos a medio volumen, antes de llevarla al campo.

Cuando los fungicidas para proteger la semilla no son de naturaleza sistémica, el tratamiento en seco es más efectivo que en inmersión. Para tratar 50 kg de semilla en seco pueden usarse las siguientes mezclas fungicidas : a) 150 ml de Anilazina + 100 g Carbendazina + 1000 ml de agua. b) 50 g de Prochloraz + 100 g Carbendazina + 1,25 l de agua. c) 150 ml de Iprodione + Carbendazina + 1,0 l agua. d) 150 ml de Clorotalonil + 150 g de Carbendazina. e) 100 g de Vitavax + 100 g de Carbendazina. En todos los casos es conveniente disolver la dosis fungicida en 1 litro de agua, luego aplicar a la semilla, mezclar bien y dejar secar.

Para el tratamiento en inmersión, disolver el producto en 50 litros de agua y luego sumergir la semilla en la solución fungicida durante 15 horas. Generalmente este método se utiliza con la práctica de pregerminación, y por lo tanto se debe emplear un período de escurrimiento de 24 - 30 horas; especialmente si la semilla es sumergida en sacos dentro de las pilas de tratamiento químico.

Pyricularia grisea Cav.

La sintomatología de *P. grisea* varía con el ambiente y el grado de resistencia de los cultivares. En materiales resistentes, las lesiones aparecen como pequeños puntos café poco definidos sobre las hojas desarrolladas, mientras que en cultivares moderadamente resistentes, las hojas muestran pocas lesiones de forma romboidal con una región central grisácea producto de la esporulación de la lesión. En aquellos materiales susceptibles, las lesiones de forma romboidal pueden llegar a ser abundantes en todas las hojas de la planta bajo condiciones favorables para el desarrollo del hongo. Estas lesiones, de tres a cuatro mm de ancho por seis a diez mm de largo, llegan a coalescer y dañar entre el 40 % y 50 % del área foliar activa de la planta.



Figuras 65. Lesiones de *Pyricularia* en las hojas, nudos y cuello de la espiga.

Cuando la humedad relativa del aire es mayor del 90 %, el patógeno puede infectar las hojas en ataques tempranos a los 10 - 20 días de edad. Después que ocurre la infección, las lesiones se hacen visibles a los cuatro o cinco días, mientras que la producción de esporas y nuevas infecciones se produce entre cinco y ocho días después de la infección.

Bajo las condiciones de secano, la enfermedad se presenta en el follaje con alta frecuencia entre los 25 - 30 días, favorecida por la fertilización nitrogenada de ese período. Menos frecuente es un segundo período de susceptibilidad que ocurre con la segunda fertilización nitrogenada antes de finalizar la etapa de macollamiento.

El hongo *P. grisea* también ataca la base de la panícula y los nudos terminales del tallo. Generalmente la base de la panícula adquiere una tonalidad café, los nudos se oscurecen y la panícula puede llegar a quebrarse cuando hay llenado del grano. Además, la panícula puede quedar vana, blanca y erecta sobre el tallo, cuando la infección ocurre al momento de la emergencia floral. Si la infección se presenta en la etapa de grano masa, mas del 75% - 80% de la panícula logra llenar sus granos, pero los síntomas de la enfermedad se manifiestan en pérdida de peso de éste. Se ha observado que la enfermedad es más problemática en arroz de secano que bajo riego, principalmente por el efecto de la humedad relativa.

El control integrado de la enfermedad involucra: fertilización nitrogenada, suelos con buena retención de agua, densidad de siembra adecuada, buen control de malezas gramíneas hospederas durante el ciclo, el uso de cultivares resistentes y el combate químico. Estas dos últimas prácticas de manejo son actualmente las más efectivas para el manejo de la enfermedad.

Bajo condiciones favorables al patógeno, el control químico de *P. grisea* debe realizarse con la aparición de los primeros síntomas en el follaje, mientras que a nivel de la panícula la aplicación debe ser en forma preventiva. Tanto para follaje como para la panícula, los tratamientos fungicidas que ejercen buen efecto de control son: Kasumigacina, (1,75- 2,0 l/ha) y Edifenfos (1,0 l/ha), entre otros.

Virus de la hoja blanca

La hoja blanca del arroz fue descrita por primera vez en Colombia en el año 1935. De Colombia se diseminó a Panamá en 1952, Cuba, Venezuela, Estados Unidos en 1957, Costa Rica en 1958 y más tarde al resto de países de Centroamérica.

Los síntomas son más visibles después de los 40 días para cultivares de ciclo intermedio. Generalmente la sintomatología cambia con el comportamiento de la variedad, con la etapa del cultivo, con el ambiente y sobre todo con la virulencia de la enfermedad. En la hoja se producen rayas blancas, con diferentes grados de tonalidad verde, paralelas con las nervaduras foliares. Puede presentarse un moteado de puntos blancos y amarillos que en casos severos ocasionan blanqueamiento total de la lámina.

Muchas malezas gramíneas que se asocian al arroz, tales como *Echinochloa*, *Digitaria sp.*, y *Leptochloa sp.*, entre otras, son hospederas del virus y muestran síntomas similares al arroz.

El principal vector transmisor del virus en el arroz es *Tagosodes oryzae*, mientras que en las malezas es transmitido por la especie *T. cubanus*. El insecto puede adquirir el virus en un período de alimentación de 15 minutos pero tiene un período de incubación de 30 a 35 días dentro del insecto.

El período de incubación en la planta depende de la edad, pero puede variar entre 6 y 14 días. El virus se multiplica en el insecto y afecta considerablemente su viabilidad y fecundidad. Posiblemente este efecto contribuya a explicar la variabilidad en las poblaciones infectivas del insecto en el campo y en el comportamiento inestable de la enfermedad durante diferentes épocas.

El manejo integrado de la enfermedad señala la conveniencia de desarrollar materiales resistentes al insecto y al virus. Los cambios en las prácticas de manejo del cultivo como densidad de siembra, fertilización, niveles de riego, así como el control químico, no se ha logrado que sean prácticas efectivas para detener la diseminación de las infecciones en el campo.

Añublo de la vaina del arroz. *Rhizoctonia solani* Kühn (*Thanatephorus cucumeris* Frank Donk).

Actualmente, el añublo de la vaina del arroz, es una enfermedad de gran relevancia en Estados Unidos, Colombia, México, Centroamérica y muchos otros países a nivel mundial, por los daños económicos que ocasiona a la producción.

El añublo de la vaina del arroz es relativamente nuevo en Centroamérica, los niveles de severidad, así como la frecuencia de las manifestaciones, han ido en aumento a través de los ciclos de siembra especialmente en Panamá y Costa Rica.

Actualmente, se realizan estudios locales tendientes a comprender la epidemiología de la enfermedad en los agroecosistemas de arroz de Costa Rica, con el propósito de mejorar las prácticas culturales del cultivo.

Se considera que las primeras manifestaciones severas de *R. solani* en Costa Rica, se registraron durante 1990 y 1992 en plantaciones comerciales de arroz en Parrita y Upala, muy asociadas con severos ataques de *Xanthomas sp.* a nivel de follaje en esa época. Esta asociación de ambos patógenos en el follaje, ocurrió principalmente por el empleo de excesivas dosificaciones nitrogenadas que se realizaron en el cultivo durante esa época, en un intento por mejorar la productividad.



Figura 66.. Síntomas de *Rhizoctonia sp.* en diferentes partes de la planta de arroz.

La característica del hongo para formar anastomosis (intercambio de material genético entre hifas) ha permitido clasificar su virulencia en diferentes grupos de anastomosis denominados grupos AG. Durante 1990 se registraron severas manifestaciones de la enfermedad en campos comerciales de arroz en Upala; manejadas en rotación con frijol, posiblemente estuvieron asociadas con grupos de anastomosis que atacan el frijol.

La infección inicial ocurre cuando los propágulos de micelio o los esclerocios, entran en contacto con el tejido de la planta; generalmente al nivel del agua de riego, las lesiones se desarrollan sobre la vaina foliar. Al finalizar la fase de macollamiento entre 55 y 60 días, el hongo puede vulnerar rápidamente la planta y avanzar horizontal y verticalmente sobre la plantación.

Algunos estudios revelan que la rotación de arroz con leguminosas tiende a incrementar la cantidad de esclerocios en el suelo. Posiblemente la predominancia del grupo AG1 de *R. solani* en este agroecosistema de arroz- soya, arroz-frijol, encontrados en Upala, desde 1990, podría tener relación con las fuertes manifestaciones de la enfermedad en el arroz de secano favorecido.

R. solani produce lesiones localizadas en la parte inferior de la planta, específicamente sobre las vainas foliares inferiores, a partir del nivel del agua de riego hacia arriba. A partir del nivel de la lámina de agua, la enfermedad se desarrolla sobre las vainas foliares descubiertas, y en casos severos las lesiones se extienden hasta alcanzar la lámina foliar de las hojas superiores de la planta.

En su estado inicial, las lesiones se presentan como áreas pequeñas de color paja de tres a cinco mm de diámetro. Estas lesiones pueden localizarse sobre las vainas foliares inferiores adheridas al tallo. Durante su desarrollo, estas lesiones van tomando formas alargadas y elípticas a partir del punto de infección, llegando a alcanzar entre cinco y diez cm de diámetro.

La condición ambiental prevaleciente durante el desarrollo del cultivo, parece influir directamente sobre la forma, el color, la severidad y el tamaño de las lesiones. Condiciones de alta temperatura y humedad relativa; complementadas con altas densidades de siembra y excesos de nitrógeno, pueden llegar a ocasionar manifestaciones severas de la enfermedad de difícil control.

En Costa Rica, los primeros síntomas de la enfermedad se presentan después de iniciada la etapa de macollamiento; generalmente entre 40 y 50 días de edad. *R. solani* se caracteriza por producir esclerocios sobre las vainas foliares de las hojas y bajo condiciones favorables, sobre la lámina foliar y el tallo.

Los esclerocios de *R. solani* adquieren una coloración café oscura, de forma redondeada, con una base plana, de superficie irregular y con tamaño de 1,3 mm de diámetro aproximadamente.

Bajo condiciones de secano favorecido se ha encontrado gran producción de esclerocios de *R. solani* sobre *Cynodon nlenfluensis* (pasto estrella africana)

y *Paspalum fasciculatum* (gramalote) en los bordes del campo, en áreas comerciales de arroz en Upala.

Estudios recientes indican que *R. solani* muestra una acentuada tendencia por producir esclerocios sobre la maleza *Leptochloa spp* durante la etapa de macollamiento del cultivo.

Al entrar el cultivo en la etapa final del macollamiento, algunos factores microambientales del cultivo se modifican y contribuyen favorablemente al desarrollo de la enfermedad. Entre ellos, el número de tallos por área aumenta hasta alcanzar un valor máximo al finalizar esta etapa. La evaporación de agua que se origina por efecto de la temperatura sobre la lámina de agua, progresivamente va quedando atrapada por la cobertura foliar inferior de la planta; ésta última, aumenta con el incremento del tejido foliar y con la edad del cultivo. A mayor densidad de siembra, el microclima que se produce entre el follaje inferior de la planta y el nivel de la lámina de riego, favorecen sustancialmente al hongo para atacar el tejido que se sitúa precisamente por arriba del agua de riego.

Se estima que las condiciones ambientales óptimas para la infección, son temperaturas comprendidas entre 30°C y 32°C, con una humedad relativa mayor del 95%. En estas condiciones, la infección puede iniciarse y completarse en un período entre 18 y 20 horas. Sin embargo, se estima que el patógeno requiere de un período de incubación de entre 7 y 10 días para que ocurra infección del tejido.

R. solani es un patógeno que no puede mantenerse viable por mucho tiempo en forma de micelio libre, en el suelo o adherido a los rastrojos. No obstante, los esclerocios sí logran mantener su capacidad germinativa por un período máximo de 21 meses.

Los esclerocios que maduran y caen al suelo, así como aquellos que quedan adheridos a los rastrojos, son inicialmente diseminados en el campo durante la cosecha y la preparación mecánica del suelo. Posteriormente, la inundación con el agua de riego, así como la magnitud de la pendiente del suelo, ejercen un marcado efecto en la diseminación de los propágulos miceliares y de los esclerocios en el campo.

El agua de riego actúa ocasionando una redistribución superficial del inóculo y de los nutrientes hacia las partes bajas del campo. La principal fuente de inóculo para el inicio de una epidemia son los esclerocios producidos en la cosecha anterior. Sin embargo el patógeno ha mostrado gran capacidad para asociarse con malezas hospederas y producir esclerocios antes de atacar al arroz. Tanto los propágulos miceliares y esclerocios que quedan en los rastrojos, así como los esclerocios y el micelio producido sobre estas malezas, se constituyen en la principal fuente de inóculo del patógeno para atacar el arroz.

El manejo integrado de *R. solani* comprende la aplicación apropiada de prácticas culturales. Las estrategias utilizadas a nivel mundial para el manejo adecuado de *R. solani* incluyen el control mediante prácticas culturales, el uso de variedades resistentes, aplicación de alternativas de control biológico y el

empleo ineludible del control químico como la última de las alternativas muy efectiva para el control de la enfermedad.

En general, el añublo de la vaina del arroz puede estar presente durante la mayor parte del ciclo del cultivo, pero el período crítico durante el cual se llega a producir mermas del rendimiento, es relativamente corto. Se estima que este período se extiende desde la fase final del macollamiento hasta el estado de formación y emergencia de la panícula.

De acuerdo con lo anterior, las prácticas de manejo que interfieren en el desarrollo de la enfermedad, están asociadas con la incorporación de los rastrojos, la preparación en seco y poco profundas del suelo. La densidad de siembra y la fertilización nitrogenada, así como la utilización adecuada del riego en áreas no niveladas, complementadas con un buen control de malezas poáceas hospederas del patógeno. Otras prácticas culturales incluyen la quema de rastrojos, la incorporación profunda del inóculo mediante el uso de implementos de labranza a más de 30 cm y la nivelación del suelo con fangueo.

La integración oportuna de todas estas prácticas durante el manejo del cultivo, complementadas con la aplicación oportuna de fungicidas, ejerce un buen efecto de control de la enfermedad durante el desarrollo de la planta.

Actualmente existen en el mercado, fungicidas protectores tales como Iprodione, Clorotalonil, Fentin Hidróxido de Estaño, Oxicloruro de Cobre, Tolclofosmetil, Propineb y Carboxin, entre otros, que ejercen buen efecto de control de la enfermedad, cuando los mismos se aplican bajo condiciones adecuadas de manejo. Además, los fungicidas con acción sistémica, como Carbendazin, Benomil y Flutolanil y los mencionados anteriormente se consideran actualmente como tratamientos muy efectivos para el control de la enfermedad a nivel comercial.

En resumen, puede decirse que el manejo de *R. solani* en el cultivo del arroz, se fundamenta esencialmente en la integración adecuada de las prácticas culturales mencionadas, combinadas con la aplicación oportuna de fungicidas, antes de que la enfermedad alcance niveles que afecten los rendimientos del grano.



Figura 67. Cultivo afectado por el *Helminthosporium oryzae*



Figura 68. Cultivo afectado por *Gerlachia oryzae* (escaldado de la hoja)

Manchado del grano de arroz.

El manchado del grano de arroz es el resultado de la interacción compleja de diversos patógenos que afectan simultáneamente la calidad de la semilla. Se estima que bajo las condiciones locales un 50 % del manchado puede ser debido a *Helminthosporium oryzae*, 30% a *Curvularia lunata*, 8-10 % a *Alternaria sp*, 5 % a *Pseudomonas sp* y *Xanthomonas sp* y 5% a otros patógenos como *Cercospora sp*, *Rhizoctonia solani*, *Gerlachia* y *Fusarium*, principalmente.

La severidad del manchado del grano está asociada con la variedad y con la nutrición. Generalmente las variedades adaptadas a riego y exigentes a la fertilización como CR1821, son particularmente susceptibles al manchado del grano.

Se ha encontrado que las manchas foliares de *Helminthosporium oryzae* no retribuyen el costo del control químico, si el manejo de la fertilización no es corregido de forma adecuada. Sin embargo durante la etapa de floración es conveniente proteger la panícula del manchado del grano. Para ello existen en el mercado diversidad de moléculas fungicidas que ejercen un buen efecto protector. Entre ellos pueden mencionarse prochloraz, iprodione, clorotalonil, propineb y metiram, entre otros. El manejo del manchado del grano puede realizarse con una aplicación de funguicidas protectores al inicio de la floración (10%) y si fuera necesario, repetir la aplicación 10 días después.



Figura 69. Complejo de manchado de grano



Figura 70. *Gerlachia oryzae* en follaje



Figura 71. Síntomas de *Sarocladium oryzae* afectando la vaina de la hoja



Figura 72. Complejo *Pseudomonas* - *Sarocladium* sp.



Figura 73. Virus del Entorchamiento

Otras enfermedades de menor importancia.

Entre ellas se menciona la mancha lineal ocasionada por *Cercospora oryzae*, la cual parece cobrar mayor importancia para los agroecosistemas de arroz bajo riego; especialmente en aquellos suelos con problemas de potasio. Otra enfermedad fungosa es el escaldado de la hoja producida por *Gerlachia oryzae*, la cual ocurre más frecuentemente bajo condiciones ambientales de alta humedad relativa. Las lesiones aparecen generalmente en las puntas de las hojas superiores formando pequeñas franjas oscuras en zig-zag que le dan a la lesión la apariencia de escalera.

El patógeno *Sarocladium oryzae*, produce una podredumbre de la vaina del arroz, generalmente sobre las vainas que se encuentran adheridas al tallo. Con frecuencia los síntomas de esta enfermedad son confundidos con enfermedades de tipo bacteriano y en algunos casos con síntomas de *Rhizoctonia solani*. Otros patógenos de menor importancia, pero que aparecen en los ecosistemas de Upala, Parrita y algunos ecosistemas bajo riego son: el hongo causante del falso carbón del grano, *Ustilaginoidea virens* y las enfermedades bacterianas del follaje, *Xanthomonas* sp y *Pseudomonas* sp. Ambas bacterias se presentan con frecuencia en las regiones de Parrita y Upala, favorecidas por condiciones ambientales de alta precipitación.

Virus del Entorchamiento

Recientemente esta enfermedad fue detectada en los campos arroceros de nuestro país, específicamente en la región Chorotega. Esto permite deducir que este patógeno corresponde al segundo virus con el que el productor arrocero tendrá que convivir después del virus de la Hoja Blanca.

El Virus del Entorchamiento, también denominado Necrosis Rayada del Arroz, es transmitido por un hongo del género *Polimyxa*, en Colombia el vector es de la especie *graminis* (Morales 1998). El entorchamiento del arroz es causado por el virus de la necrosis rayada del arroz RSNV=Rice Stripe. Necrosis viral.

La primera manifestación del entorchamiento es la muerte de plántulas de arroz recién germinadas. Este síndrome aparece por lo general en focos dentro de los campos infestados, las plántulas que sobreviven al ataque temprano presentan posteriormente dos tipos de síntomas característicos: i) La deformación principal de las hojas, las cuales sufren el retraso en su desenvolvimiento y se desarrolla en forma de zig zag o muy deformadas. ii) El rayado clorótico, el cual consiste en la aparición de rayas o bandas cloróticas en la base o láminas de las hojas, usualmente a lo largo de la nervadura central. Las plantas afectadas por entorchamiento presentan proliferación de raíces secundarias cerca del cuello de la planta. Este síntoma es causado por la invasión masiva de las raíces por el hongo vector. En plántulas adultas las panículas pueden mostrar deformación severa y eventualmente la enfermedad progresa como una necrosis interna que termina matando las plantas (Morales 1998).

4. Nemátodos

Los nemátodos constituyen otro problema que afecta la producción arroceras, estos organismos por su tamaño microscópico y por el hecho de que casi siempre los daños los inducen en las raíces, hacen que su presencia pase con frecuencia desapercibida.

En Costa Rica se han reportado varios géneros de nemátodos asociados a este cultivo, entre éstos se han identificado: *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Criconebella*, *Aphelenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Xiphinema*, *Longidorus*, *Trichodorus* (González 1978). Además de los ya citados se han encontrado *Aphelenchoides besseyi*, que es un nemátodo que ataca a la panícula del arroz y a *Hirschmaniella* sp el cual se encuentra más en arroz de riego (arroz inundado) (Rojas 1994).

En 1968 se describe un nemátodo agallador, causando severos daños al cultivo de arroz, éste fue identificado tentativamente como *Hypsoperine* (Figueroa 1973). Posteriormente fue identificado como *Meloidogyne salasi* (López 1984). Este organismo lo encontramos en todas las zonas productoras de arroz de Costa Rica y es el nemátodo más importante, causando daños significativos. Sen ha reportado que este mismo nemátodo ha causado daños a nivel económico de un 15 a un 20 por ciento en el rendimiento del arroz en Panamá (Aguilar 1993) y en Costa Rica la disminución de los rendimientos oscila entre un 5 a un 30 por ciento (Gómez 1981, Rojas 1994).

Bajo ciertas condiciones las plantas de arroz pueden tolerar una determinada población de nemátodos sin que se observen síntomas evidentes en las partes aéreas. Sin embargo, cuando la población sobrepasa los niveles críticos, las plantas quedan atrofiadas y las hojas se tornan amarillentas mostrando la plantación en esas áreas una clorosis que podría confundirse con deficiencia de algún elemento.

Meloidogyne salasi

Los síntomas ocasionados por especies de *Meloidogyne* son la aparición de agallas o nódulos en el sistema radical, los cuales pueden variar según la especie de cultivo y del nemátodo. La deformación de las raíces provoca la pérdida de la eficiencia en la obtención de los nutrientes del suelo y la predisposición de la planta al ataque de otros microorganismos del suelo como hongos y bacterias (Taylor y Sasser 1983). En las zonas arroceras se ha observado que donde las poblaciones de *M. salasi* son altas, la incidencia de *Rizoctonia* sp y *Helminthosporium* sp es mayor (Rojas 1994). En los casos donde las poblaciones de *M. salasi* son altas o los cultivos muy susceptibles, los síntomas presentes son hojas cloróticas, achaparramiento, falta vigor y un macollamiento pobre (Sancho *et al.* 1987).

La manera como se han combatido tradicionalmente los nemátodos en arroz es por medio de nematicida principalmente en arroz de secano. Los productos comerciales más utilizados son: Terbufos, Carbofuran, Etoprop y Fenamifos.

Estos productos se deben aplicar al suelo antes de la siembra o incorporado a la semilla en el momento de la siembra. Se debe tener especial cuidado cuando se emplean los nematicidas Carbofuran o Etoprop, ya que puede haber fitotoxicidad con el herbicida Propanil. Las aplicaciones de propanil se deben hacer diez días antes o después de la aplicación del nematicida para evitar cualquier complicación, además se deben leer las recomendaciones que vienen en la etiqueta de los productos químicos para no cometer errores.

La buena preparación del suelo ayuda a disminuir las poblaciones de nemátodos ya que se exponen los huevos y larvas a condiciones adversas como temperatura, cambios de humedad y a controladores naturales.

Otro nemátodo que podría llegar a tener importancia en nuestro medio es *Aphelenchoides besseyi*, este es un endoparásito que emigra del rastrojo a las plántulas sanas. El nemátodo sobrevive en semillas infectadas y en el suelo y se propaga en el campo pasando de las semillas a las plantas sanas. Los síntomas de ataque se pueden dar desde la fase de macollamiento hasta la floración llegando a torcer la hoja bandera, impidiendo una excursión completa de la panícula. Las panículas afectadas son pequeñas, estériles con glumas deformes.

Las plantaciones muy infectadas sufren reducción considerable en el rendimiento. El nemátodo se puede controlar mediante el uso de resistencia varietal, tratando la semilla con agua caliente a 54 °C durante 15 minutos, o con algunos productos químicos, o bien realizando la siembra con semilla pregerminada en lámina de agua.



Figura 74. Cultivo afectado por nemátodos

Capítulo VI

COSECHA

La determinación del momento de la cosecha tiene mucha importancia porque de ello depende la calidad y aceptación del grano en el mercado; se evitan pérdidas debidas al desgrane, al acame, a las enfermedades, a las plagas insectiles y a los pájaros.

El color de las hojas y de los tallos no debe utilizarse como indicador de madurez del grano, ya que en algunas variedades permanecen verdes, incluso cuando los granos están completamente maduros.

El cultivo está listo para ser cosechado cuando los granos descascarados de más de tres cuartos de la porción superior de la panoja, son claros y firmes, y los de la base están en la etapa de endurecimiento y cuando más de un 80% de los granos son de color pajizo.

El grado de humedad del grano en el momento de la cosecha, debe oscilar entre 18 y 22%. Sin embargo, en aquellas variedades cuya latencia del grano es corta o no existe, el contenido de humedad puede ser mayor, de ésta manera, se evitan pérdidas debido a la germinación de los granos en la planta.



Figura 75. Arroz en etapa de madurez fisiológica

*Figuras 76. Cosecha de arroz*

Al momento de la cosecha, los agricultores deben considerar aspectos tales como: el área de cultivo, las condiciones ambientales y de suelo, el tipo y cantidad disponible de equipo de cosecha, las facilidades de transporte, las características de la variedad y la humedad del grano. Estos factores deben estar presentes en toda programación de cosecha, para obtener una mayor eficiencia.

El conocimiento de las características de las variedades y el número de días desde la siembra hasta la maduración, puede servir de guía para determinar el momento oportuno de cosecha. Sin embargo, deben de considerarse también aspectos como temperatura, precipitación, luz solar disponible, fertilidad y otras prácticas culturales que pueden modificar el periodo de duración entre siembra y cosecha de cada variedad.

La recolección del grano debe iniciarse hasta que se evapore el rocío de la humedad de las plantas. Esto evita pérdidas de grano por arrastre adheridos a la paja y el atascamiento en los elevadores de la cosechadora, que causan atrasos en la cosecha.

Del área de cultivo, de las condiciones ambientales y del suelo dependen la cantidad de maquinaria a utilizar. A manera de ejemplo, en las zonas húmedas como el Pacífico Sur, Upala y Zona Atlántica, el uso de orugas en las cosechadoras permiten una mayor agilidad en la cosecha. En zonas donde las condiciones del suelo lo permiten, tiene una mayor eficiencia el uso de llantas en las cosechadoras, ya que se mueven con mayor rapidez y facilidad, además de que no necesitan en trechos cortos equipos especializados para su transporte.

Es muy importante considerar la capacidad y tipo de transporte a los centros de venta o de secado del grano, ya que éste debe iniciar su proceso de secado casi inmediatamente después de la cosecha, para evitar que ocurra fermentación y por ende el deterioro de su calidad. Algunas carretas usadas para el transporte del grano, están diseñados para manejarlo a granel.

El manejo eficiente de todas las prácticas agronómicas aunado a una buena cosecha, permitirán obtener un grano de alta calidad industrial y un buen producto para el consumo humano.

Bibliografía

- Acuña A. 2000. Uso de herbicidas. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. SUNII, FITTACORI. 64 p.
- _____. 1991. Apuntes sobre modo de acción de herbicidas. Sistema de estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica (MIMEO). 58 p.
- Acuña A.; Tinoco R.; Murillo J. 1988. Evaluación de dieciséis líneas promisorias y dos variedades comerciales de arroz en seis localidades de Costa Rica en 1987. XXXIL Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica. 12 p.
- Aguilar J.A. 1993. Evaluación de nematicidas, enmiendas orgánicas y resistencia al nematodo agallador (*Meloidogyne salasi*, López) en el cultivo de arroz *Oryza sativa*, L) en Panamá. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 110 p.
- Cardenas J.; Reyes C.; DOLL J. 1972. Malezas Tropicales. Vol. 1. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá, Colombia. 337 p.
- Cordero A. 1993. Fertilización y Nutrición Mineral del Arroz. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 100 p.
- Chandraratna M.F. 1964. Genetic and Breeding of Rice. Ceylon. 389 p.
- Cheaney R.L.; Jennings P.R. 1985. Problemas en el cultivo de arroz en América Latina, CIAT, Cali, Colombia. 90 p.
- De Datta S.K. 1986. Producción de Arroz. Fundamentos y Prácticas. Editorial LIMUSA. México. D.F. México. 690 p.
- Figueroa A. 1978. Estudios morfométricos y biológicos sobre el nemátodo cecidógeno del arroz *Hopsoperine* sp (Nemátodo: Heterodidae) y pruebas de susceptibilidad de once variedades y una línea de arroz (*Oryza sativa*, L). Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica. 51 p.
- García J.E. 1997. Introducción a los plaguicidas. Primera edición. San José, Costa Rica. EUNED. 450 p.
- Gómez T.J.; Puerta D.F.; Gómez A.R. 1991. Nemátodos parásitos asociados a las siembras de arroz en la terraza de Ibagué. Arroz, Bogotá, Colombia. 30(313):17-24.

- Gonzáles L. 1978. Nemátodos fitoparásitos asociados con la rizosfera de arroz y maíz en varias zonas agrícolas de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 2(2): 171-173.
- Jenning P.R. 1985. Ecosistemas en relación con el mejoramiento genético. Arroz, Investigación y Producción. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. p 37-44.
- Jenning P.R.; Coffman W.R.; Kauffman H.E. 1981. Mejoramiento de Arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical. (CIAT). Cali, Colombia. 237 p.
- López R. 1984. *Meloidogyne salasi* sp.n/ Nemátoda: Meloidogyne, a new parasite of Rice. (*Oryza sativa* L). from Costa Rica and Panamá. Turrialba (Costa Rica) 34(3): 275-286.
- Morales F. 1998. La necrosis rayada del arroz: una nueva enfermedad viral en América. Hoja Técnica N. 27. In: Revista Manejo Integrado de Plagas. CATIE, Turrialba, CR. N. 50: 1-102.
- Muñoz R.; Pitty A. 1995. Guía fotográfica para la identificación de malezas. Parte I. Zamorano Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. 124 p.
- Murillo J.I. 1985. Logros en Mejoramiento Genético del Arroz. Mimeografiado. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José, Costa Rica. 20 p.
- Murillo J.I.; Tinoco R.; Acuña A. 1988. Estudio de material genético de arroz introducido de viveros internacionales de observación a Costa Rica entre 1984 y 1987. XXXII. Reunión Anual del PCCMCA. San José, Costa Rica. Pág. 11.
- Registro de Cruzamientos de Arroz. 1995. Centro Internacional de Agricultura Tropical, (CIAT). Cali, Colombia. 177 p.
- Rojas M.T. 1994. Reconocimiento de nemátodos en arroz de secano y riego en Costa Rica. Informe Anual a la Dirección de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.
- Sancho C.L.; Salazar L.; López R. 1987. Efecto de la densidad inicial del inóculo sobre la patogenicidad del *Meloidoyne salasi* en tres cultivares de arroz. *Agronomía Costarricense* (Costa Rica) 11 (2): 133-138.
- Schnitzaler W.H. 1970. Arroz, enfermedades, plagas, malezas y trastornos nutricionales. Agrícola BAFS, España. 175 p.

- Soto A.; Valverde B. 1991. Los herbicidas: propiedades fisicoquímicas, clasificación y mecanismos de acción. San José, Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica. 79 p.
- Tascón E.; García E. 1985. Arroz, Investigación y Producción. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 696 p.
- Tinoco R. 1996. Ecología del Arroz. AQUA Internacional N. 12. San José, Costa Rica. p.13.
- _____. 1997. Consideraciones importantes en la producción de arroz bajo riego. AQUA Internacional N° 13. San José, Costa Rica. p 7-9.
- Tinoco R.; Campos R.; Carrera M. 1994. Validacao de linhas promissoras de arroz com novas fontes genética. Arroz Na América Latina, Perspectivas para o Increatemento da Producao e do Petencial Productivo EMBRAPA-CNPAG. Goiania, Go, Brasil. p 116.
- _____. 1995. Dos nuevas variedades de arroz para Costa Rica. Red Internacional para la Evaluación Genética del Arroz. (INGER-América Latina). Informe Anual. Cali, Colombia. p 29-33.
- Tinoco R.; Murillo J.I. 1986. Lanzamiento de la Variedad CR 1821. XXXII Reunión Anual del PCCMCA, San Salvador. El Salvador.
- Tinoco R.; Murillo J.I.; Cordero A. 1988. Respuesta de la variedad del arroz. CR 1821 a diferentes densidades de siembra y a dosis crecientes de nitrógeno bajo condiciones de riego. XXXIV Reunión Anual del PCCMCA. San José, Costa Rica p 4.
- _____. 1989. Efecto de la úrea sola y con el inhibidor de la nitrificación, diciandiamida en el cultivo del arroz. Investigación Agrícola. Vol (3). San José, Costa Rica. p 24-28.
- Valverde B.E. 1995. Resistencia de *Echinochloa colona* a herbicidas usados en arroz en América. Latina. Hoja Técnica MIP, No.15. Área Fitoprotección, CATIE. Pág. 4
- Vargas J.P. 1985. El arroz y su medio ambiente. Arroz, Investigación y Producción Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. p 19-33.