

Guía Técnica

El Cultivo de Arroz

Autor

César Moquete



Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc

Serie Cultivos No. 37 - Guía Técnica

Primera Publicación año 2010

© Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CEDAF), Santo Domingo, República Dominicana. 2010. Derechos exclusivos de edición en castellano reservados para todo el mundo: Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CEDAF).

Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CEDAF),

Calle José Amado Soler No. 50, Ensanche Paraíso. Apartado Postal 567-2. Santo Domingo, República Dominicana.

Teléfono (809) 565-5603 / Fax: (809) 544-4727

Sitio Web: <http://www.cedaf.org.do>

Correo Electrónico: cedaf@cedaf.org.do

El material consignado en estas páginas se puede reproducir por cualquier medio, siempre y cuando no se altere su contenido. El CEDAF agradece a los usuarios incluir el crédito institucional y del autor, correspondiente en los documentos y eventos en los que se utilice.

Las ideas y planteamientos contenidos en los artículos firmados, o en los artículos institucionales con específica mención de autores, son propias de ellos y no representan necesariamente el criterio del CEDAF.

Hecho el depósito que prevé los artículo 156, 157 y 161 de la Ley No. 65-00

Impreso en la República Dominicana.

Esta guía fue escrita por César Moquete bajo contrato del CEDAF.

Cita correcta:

César Moquete; 2010. Guía Técnica El Cultivo de Arroz. Serie Cultivos No.37. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF, 2010. 166 p.

AGRIS: F01; E16

Descriptor: Cultivo; formación de la planta; cosecha; aplicación de abonos; control del crecimiento; economía de la producción; factores de producción; datos de producción; plagas de plantas, arroz, República Dominicana.

ISBN: 978-9945-8647-0-0

Revisión de Estilo: José Alcántara

Diseño y Diagramación: Gonzalo Morales

Impreso por: Editora Centenario S.A.

2010

Junta Directiva CEDAF

Irving Redondo
PRESIDENTE

Luis B. Crouch
Mario Cabrera
VICEPRESIDENTES

Jerry W. Dupuy
SECRETARIO GENERAL

José Luis Venta
TESORERO

DIRECTORES

José Miguel Bonetti
Luis Villeya
Hipólito Mejía
Ilse Mena de Rodríguez
Francis H. Redman
Amílcar Romero
Santiago Tejada
Manuel de Jesús Viñas Ovalles
Rafael Ortíz Quezada
José Luis Venta
Juan Barceló

Domingo Marte
ASESOR

Bienvenido Brito
COMISARIO

Ignacio Caraballo
COMISARIO SUPLENTE

Juan José Espinal
Director Ejecutivo CEDAF

Patrocinado por:



Presentación

El CEDAF ha estado publicando literatura técnica sobre diferentes cultivos desde su creación en 1987. Con el paso del tiempo, el CEDAF ha aumentado a más de cincuenta las guías técnicas, sin contar los numerosos libros, boletines, revistas y otras publicaciones en los últimos veinte años.

Las primeras publicaciones hacían énfasis en los aspectos de producción, pero las necesidades actuales son más de mercados y problemas específicos de post-cosecha. Por eso, estas nuevas guías tienen un nuevo formato y contenido y están orientadas a responder preguntas frecuentes de los lectores.

Hemos tratado de elaborar guías sencillas y de fácil lectura, aunque no siempre ha sido posible, por lo complejo que resulta muchas veces el proceso de hacer una publicación técnica. El CEDAF por lo general contrata expertos para la elaboración y revisión de las guías técnicas. A veces la revisión se hace muy compleja, dependiendo del tema, aunque hacemos todo lo posible por respetar las ideas originales de los autores, y aunque la propiedad de la publicación pertenece al CEDAF, la autoría de la publicación es del contratado y se hace constar en las mismas.

La publicación de una guía es un esfuerzo de equipo, tanto dentro como fuera del CEDAF. Parte de la revisión, diagramación, diseño de portada, introducción y corrección de estilo se hace internamente, por lo que hemos desarrollado una capacidad admirable, que también brinda estos servicios a otras organizaciones, gracias a la dedicación del personal involucrado.

En esta oportunidad queremos agradecer al autor principal de esta guía, Ing. César Moquete, al Ing. Frank Tejada y al Ing. Manuel González Tejera por sus acertados aportes, así como también el trabajo de edición y coordinación del Ing. Teófilo Suriel E. y los trabajos de diseño gráfico del Ing. Gonzalo Morales.

Juan José Espinal

Director Ejecutivo



Contenido

Sección		Sección VIII:	
Antes de Empezar	9	Manejo del Cultivo	59
Taxonomía del Cultivo	10	1. Preparación del terreno	60
Origen del arroz	11	2. Tratamiento de las semilla y semilleros	63
Sección II		3. Densidad de siembra	64
El Arroz en la República Dominicana	19	4. Control de malezas	66
1. Situación actual del cultivo de arroz	20	5. Control de plagas	69
Los precios del arroz	24	6. Control de enfermedades	70
Costo de producción	25	7. Fertilización	72
Sección III		8. Riego	76
Aspectos Fisiológicos de la Planta de Arroz	27	Otras actividades de manejo de cultivo	77
Fases de crecimiento y desarrollo	28	Descripción de los fertilizantes aplicados en el cultivo de arroz	81
Qué hacer para lograr una buena producción de arroz	31	Malezas en el cultivo de arroz	87
Sección IV:		Sección IX:	
¿Que se Necesita para Cultivar Arroz?	33	Plagas y Enfermedades	97
El suelo	34	Descripción de las plagas y enfermedades más importantes en el cultivo de arroz	98
El clima	35	Sección X:	
Maquinarias y equipos	36	Comercialización del Arroz	117
Mano de obra	36	1. El arroz en el mundo	118
Sección V:		2. La producción nacional	119
Preguntas Comunes	39	Sección XI:	
¿Cuál es la época más adecuada para sembrar?	40	Aspectos Claves en la Producción de Arroz	125
¿Cuál variedad debería sembrar el productor arrocero?	41	¿Cuáles son las mayores dificultades que enfrentan los productores de arroz	126
¿Cómo puedo determinar la variedad que está sembrada?	42	Sección XII:	
¿Cuál debe ser el sistema de siembra?	43	Consideraciones sobre las Fases de Desarrollo de la Planta de Arroz	129
¿Qué tipo de semilla debe sembrar el productor?	44	Las fases de desarrollo y crecimiento y su relación con el manejo de las enfermedades	130
¿Cómo pregerminar la semilla de arroz	45	Sección XIII:	
Sección VI:		Problemas a Resolver en el Cultivo del Arroz	135
Otras Consideraciones	47	Problemas más comunes del cultivo de arroz	136
Equipos de aplicación	48	Sección XIV:	
El arroz de secano	48	Revisión de Literatura	141
Producción de semilla y requerimientos nacionales	49	Sección XV:	
Sección VII:		Anexos	151
Mejoramiento Genético	51		
Descripción de las variedades cultivadas	53		





Sección I

Antes de Empezar

Sección	
Antes de Empezar	9
Taxonomía del Cultivo	10
Origen del arroz.	11
Informaciones sobre la planta de arroz	13
Informaciones sobre el cultivo de arroz	14
Características del arroz	15

Sección I: Antes de Empezar

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Taxonomía del Cultivo

Nombre científico: *Oryza sativa* L

Sistemática

Reino:	Vegetal
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideas
Tribu:	Oryzae
Subtribu:	Oryzineas
Género:	Oryza
Especie:	sativa

Fuente: wikipedia.org/wiki/Oryza_sativa

Especies silvestres del género oryza

1. Once encontradas en Asia

- eichingeri Meter.
- granulata Nees et Arn.
- longiglumis Cansen.
- meyeriana (Zoll. et Mor. ex Steud.)Baill.
- minuta J.S. Presl. ex C. B. Presl.
- nivara Sharma et Shastry
- officinalis Wall et Watt
- rhizomatis Vaughan.
- ridleiy Hook.
- rufipogon Griff.
- schlechteri Pilger

2. Cuatro especies indígenas de África

- barthi A.Chev.
- brachyanta A. Chev. et Roehr.
- longistaminata A. Chev. et Roehr.
- punctata Kotschy ex Steud.

3. Cuatro especies indígenas de América del Sur

- alta Swallen
- glumaepatula Steud.
- grandiglumis (Doell) Prod
- latifolia Desv.

4. Dos especies originadas en Australia

- australiensis Domin
- meridionales Ng

Fuente: Suárez Crestelo 2007

Origen del arroz

El arroz es una gramínea anual perteneciente al género *Oryza*, originaria del sur de la India, donde hay condiciones muy favorables para el cultivo (González, 1985). En esa región de India abundan muchas especies silvestres relacionadas con el cultivo en las zonas ribereñas y deltas de los ríos, donde en un principio el arroz era recolectado (Luque, 2009). No obstante, su cultivo comenzó en China, en los fértiles valles de los ríos Hang-Ho y Yang-Tse-Kiang, hacia el siglo XV antes de Cristo. Hoy se sabe, gracias al resultado de los análisis con carbono 14, realizados a granos de arroz descubiertos en excavaciones ubicadas en Pengtoushan, que el arroz se cultivó a partir de los años 8200 - 7800 a.C. en Hunan (Arroz SOS, en la red 2009).

Desde China el arroz fue introducido a Corea, Japón y Filipinas, llegando a los países mediterráneos 350 años antes del nacimiento de Jesús. Ya en el siglo IV a.C., su cultivo estaba muy extendido en la Mesopotamia gracias a los intercambios comerciales que el rey persa Darío estableció con China e India. De la cuenca de los ríos Tigris y Eufrates, en la Edad Media, los árabes lo introdujeron en la Península Ibérica en el siglo VIII de nuestra Era. De hecho, la procedencia del nombre, tal y como lo conocemos hoy, proviene de la palabra de origen árabe "*ar-rozz*" (Mundo Banquete. com).

Después que los árabes lo implantaran en España, y de allí a toda Europa, el cereal siguió su expansión hasta introducirse en el continente americano con Cristóbal Colón durante el período del descubrimiento. Se estima que el arroz llegó a Santo Domingo (Hispaniola) en el año 1512. En Europa fue tal el prestigio del cereal que, en unos escritos de cocina francesa, se menciona un arroz con leche, de almendras y canela en una comida que ofreció el rey Luis IX a Santo Tomás de Aquino (Mundo Banquete.com).

El género *Oryza* incluye 23 especies de las cuales 21 son silvestres y dos cultivadas, *Oryza sativa*, de origen asiático y *Oryza glaberrima*, originaria del delta del río Níger, en África. La mayoría de las variedades proceden de la especie *sativa*, mientras que el cultivo de la especie *glaberrima* está restringida a su lugar de origen.

El arroz común, *Oryza sativa* y *Oryza glaberrima*, es considerado un ejemplo de evolución paralela en las plantas cultivadas. El progenitor salvaje de *Oryza sativa* es la especie *Oryza rufipogon*, común en Asia, la cual muestra un rango de variación de tipos anuales y perennes. En el caso de *Oryza glaberrima*, es *Oryza barthi* (*Oryza breviligulata*), que es una hierba anual endémica del Oeste de África. Ambas especies fueron domesticadas independientemente y tienen diferencias discretas en sus características principales, pero los tipos intermedios son raros (Suárez Crestelo, 2007).

Sección I: Antes de Empezar

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Los parientes salvajes del arroz cultivado son una fuente genética muy valiosa de resistencia a estreses bióticos y abióticos. El arroz es rico en cuanto a diversidad genética, pues en todo el mundo se cultivan miles de variedades diferentes.

En Asia, *Oryza sativa* está diferenciada dentro de tres subespecies basadas sobre sus condiciones geográficas: índica, javánica, y japónica. Índica se refiere a las variedades tropicales y subtropicales cultivadas en el sur y sureste de Asia y sur de China. Javánica designa a los arroces bulu (aristados) y gundil (sin aristas) con panículas largas y granos bien delineados que crecen a lo largo de las regiones índicas en Indonesia. La japónica se refiere a las variedades de granos pequeños y redondeados de las zonas templadas de Japón, China y Corea (Tabla 1). Estas variedades son cultivadas en el norte de California, EE.UU., debido a la tolerancia a las bajas temperaturas (Heinrichs, 2001).

Tabla 1. Comparación de las Principales Características de los Arroces Japónicos e Índicos

Carácter	Japónicos	Índicos
Forma y color de las hojas	Estrechas y verde oscura	Anchas y verde claro
Ángulo de la hoja bandera y del raquis	Grande	Pequeño
Longitud del tallo	Cortos	Largos
Dureza del tallo	Flexible y duro de romper	Duro y fácil de romper
Acame	Difícil de acamar	Fácil de acamar
Desgrane	Duro, difícil	Suave, fácil
Aristas	Mayormente aristados	Aristados, con variación en longitud
Relación largo/ancho de los granos	2.5 ó menos	2.5 ó más
Germinación	Lenta	Rápida
Tolerancia a las bajas temperaturas	Alta	Susceptible
Resistencia a la sequía	Baja	Alta

Fuente: Suárez Crestelo 2007

Informaciones sobre la planta de arroz

El arroz es una planta de suelos húmedos e inundados, cuyo sistema radicular principal es adventicio (Foto 1). Tanto el crecimiento como el desarrollo de las raíces son características varietales, afectadas por el medio de cultivo y los niveles de fertilización. La longitud de las raíces decrece cuando se incrementa el nivel de nitrógeno en el medio de cultivo.



Foto 1. Sistema radicular adventicio

El tallo es erecto y cilíndrico, formado por la alternación de nudos y entrenudos (Foto 2). Normalmente hay de 4-6 entrenudos alargados, con más de 1 cm, al momento de la cosecha (Vergara, 1982). En cada nudo se forma una yema y una hoja. Los hijos, que son tallos verdaderos, se van desarrollando en orden alterno en el tallo principal (González, Rose-ro y Arregocés, 1985).

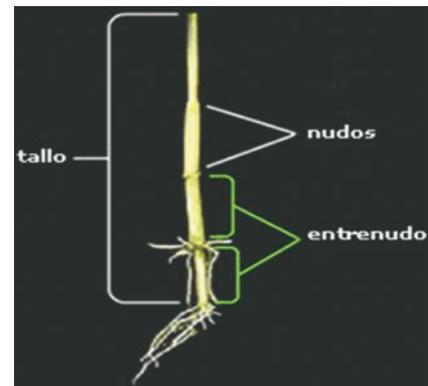


Foto 2. Tallo, nudos y entrenudos

Las hojas son de lámina larga, compuestas de dos partes: una lámina y una vaina hendida longitudinalmente que abraza una porción del tallo, rodeando un internudo completo (Foto 3). Cada hoja, en el punto de unión de la lámina con la vaina, presenta una estructura triangular y transparente conocida como lígula y un par de apéndices verduzcos llamados aurículas. Estas últimas estructuras no están presentes en las malezas gramíneas, con las cuales el arroz puede confundirse en las etapas previas a la floración (Foto 4).

La altura de la planta es una función del número y la longitud de los entrenudos, que aunque son características varietales definidas, pueden variar por efectos ambientales. Después de la cosecha la planta produce nuevos rebrotes, que pueden dar origen a una segunda cosecha conocida como retoño.



Foto 3. Vaina de la hoja

Las flores poseen color verde, dispuestas en espiguillas y cuyo conjunto constituye una panícula. La flor consta de 6 estambres y un pistilo (Fotos 5 y 6). Los estambres contienen las anteras y éstas a su vez a los granos de polen. En el pistilo se distinguen el ovario, el estilo y el estigma. Según la variedad el estigma presenta diferentes colores, como blanco, amarillo, verde pálido o púrpura. La espiguilla es la unidad de la inflorescencia y encierra una sola flor que lleva la lema y la palea.

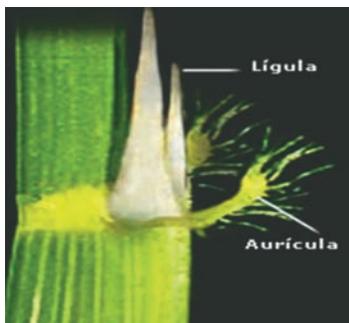


Foto 4. Lígula y aurículas

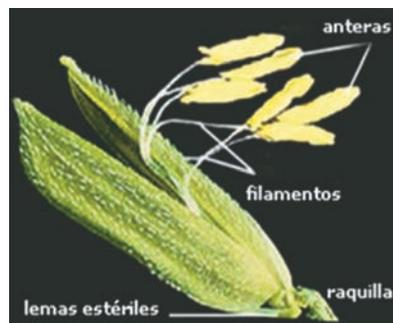


Foto 5. Estructura de una espiguilla

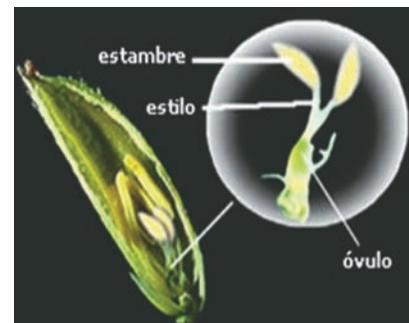


Foto 6. Órganos de una espiguilla

Sección I: Antes de Empezar

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Las inflorescencias o panículas corresponden a prolongaciones de los tallos a partir del último nudo. Las panículas permanecen erectas durante la floración y a medida que los granos van llenando se doblan sobre sus propios ejes, fruto del peso que éstos van adquiriendo. El peso de 1,000 granos de arroz varía de 23 a 32 gramos.

El grano de arroz es el ovario fecundado y maduro, mientras que el grano descascarado con el pericarpio pardo se conoce como arroz integral, cuyo pulimento da origen al arroz blanco (Fotos 7 y 8). Los granos de arroz difieren tanto en forma como en tamaño; hay ovalados, finos, largos y cortos, variando la preferencia de acuerdo con parámetros étnicos.

En general la planta de arroz es autógama en un 95%, con poco margen para el cruzamiento espontáneo entre distintas variedades. Su reproducción es por semillas, con número de cromosomas $2n = 24$.



Foto 7. Arroz integral (arroz marrón)



Foto 8. Arroz blanco (pulido)

Informaciones sobre el cultivo de arroz

El cereal es cultivado desde el nivel del mar hasta alturas superiores a 2,500 msnm y desde los 49° latitud norte a 36° latitud sur. El arroz es un cultivo tropical y subtropical, pero la mayor producción se obtiene en climas húmedos tropicales. China es el principal país productor de arroz, donde se obtiene el 29% de la producción mundial (IRRI/USDA 2009).

El cultivo de arroz se realiza tanto en riego como en seco. No obstante, a nivel mundial, la gran producción se consigue bajo riego. El cultivo de seco se observa en Centroamérica, Colombia y Brasil, principalmente. Por adaptación las variedades de riego tienen las raíces más ramificadas y cortas que las de seco.

En Asia se consume arroz de bajo contenido de amilosa (8-20%), mientras que el consumido en América Latina y Caribe posee un contenido alto o intermedio (25%). Si el arroz tiene bajo contenido de amilosa los granos quedan pegajosos cuando se cocinan, en tanto que aquellos con valores intermedios se cocinan

suelos y graneados, manteniéndose suaves después de enfriarse. Cuando la amilosa es alta, el arroz también se cocina suelto y graneado, pero se torna duro al enfriarse.

La temperatura de gelatinización es aquélla en la cual el arroz absorbe agua en forma irreversible cuando se está cocinando. Si es alta ($>74^{\circ}\text{C}$) el arroz absorbe mucha agua, tarda más tiempo en cocinarse, crece menos y se apasta. Si es baja ($<70^{\circ}\text{C}$) o intermedia ($71-74^{\circ}\text{C}$) se cocina seco y suelto. Las variedades con alta temperatura de gelatinización no son preferidas por los consumidores dominicanos, sino aquellas con valores de intermedios o bajos, que no se apastan al cocinarse.

Características del arroz

El arroz es el principal cultivo alimenticio del continente asiático, donde se produce y se consume el 90% de la producción mundial. Pero también es un alimento básico en América Latina y el Caribe. El cereal proporciona el 20% del suministro de energía alimentaria del mundo, en tanto que el trigo suministra el 19% y el maíz, el 5% (FAO 2004). Pero el arroz no sólo es una rica fuente de energía, sino que también constituye una buena fuente de tiamina, riboflavina y niacina, con bajo contenido de grasas ($< 1\%$) (Tabla 2).

El perfil de aminoácidos del cereal presenta altos contenidos de ácido glutámico y aspártico, en tanto que la lisina es el aminoácido limitante. También se reconoce que el arroz integral contiene una cantidad importante de fibra alimenticia (FAO 2004).

El cereal es muy apropiado para quienes sufren de gastritis o de gastroenteritis por ser de fácil digestión. Es emoliente y actúa como regulador intestinal, aconsejado en casos de diarreas frecuentes. El agua de arroz hervido puede ser utilizada para las inflamaciones intestinales, diarreas e incluso fiebre, ya que favorece la rehidratación (alimentacion-sana.com.ar).

Por otro lado, el arroz integral es excelente para combatir enfermedades como el estreñimiento, el nerviosismo y el estrés. Su mismo consumo incita a masticar más, sobre todo cuando se consume en forma integral, lo cual favorece la irrigación sanguínea de las encías y la salud de los dientes. Asimismo, el afrecho, subproducto del procesamiento industrial, es utilizado en la alimentación animal con muy buenos resultados. (alimentacion-sana.com.ar).



Foto 9. Arroz de granos rojos



Foto 10. Arroz negro venere



Foto 11. Arroces de colores diversos

Sección I: Antes de Empezar

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

El cereal en su estado natural posee colores diferentes, que incluyen el pardo, el rojo, el púrpura e incluso el negro (Fotos 9, 10 y 11). Estas coloridas variedades son apreciadas por sus propiedades benéficas para la salud. Diferentes culturas tienen diferentes preferencias en cuanto a sabor, textura, color y viscosidad de la variedad de arroz que consumen (FAO 2004).

Por ejemplo, en algunas partes del sur de India se consume arroz rojo, mientras que en Asia Meridional y el Medio Oriente se consume arroz seco, hojaldrado. En Japón, Taiwán, República de Corea, Egipto y la región norte de China, se consumen variedades de arroz de granos redondos, húmedas y pegajosas (Foto 12). En



Foto 12. Arroz japonico

América Latina y Caribe se prefieren los arroces de granos largos y finos (Méndez 2008), que se cocinan sueltos y graneados (Foto 13). El arroz con leche es un postre universal presente en multitud de culturas, como las europeas, asiáticas y las de Iberoamérica.

Muchos países tienen recetas a base de arroz que los identifican, como el sushi, el arroz frito, el curry, la paella, el risotto, el pancit (FAO 2004, el arroz y la nutrición humana), "gallo pinto" (en Costa Rica), "moro con cristianos" (en Cuba), "moro" en la República Dominicana. Este último plato típico es preparado con frijoles diversos, conocidos como habichuelas, y en la práctica, los dominicanos utilizan la expresión "moro" como sinónimo de comida. Aunque también en el país el arroz se consume en diversas presentaciones, la principal es como arroz blanco (Fotos 14, 15 y 16).



Foto 13. Arroz tropical

Probablemente tres razones transforman al arroz en uno de los cereales más consumidos en el mundo: el costo accesible, el valor nutritivo y la posibilidad de combinarlo con una amplia variedad de alimentos, quizás hasta que la creatividad y el gusto den lugar (Periódico El Observador de Uruguay, 25 de mayo 2008). Pero también el agradable sabor del grano cocinado juega un papel determinante para su amplia aceptación.



Foto 14. Asopao de arroz



Foto 15. Arroz blanco



Foto 16. Moro de arroz

**Tabla 2. Características Nutricionales del Arroz Integral y del Arroz Blanco
(por cada 100 g cocinado)**

Parámetro	Arroz integral	Arroz blanco
Agua	73 g	68,6 g
Energía	351 Kcal	360 Kcal
Grasa	1,9 g	0,2 g
Proteína	7,2 g	7 g
Hidratos de carbono	77 g	76 g
Fibra	0,9 g	0,1 g
Potasio	99 mg	54 mg
Sodio	8 mg	2 mg
Fósforo	120 mg	54 mg
Calcio	10 mg	3 mg
Magnesio	43 mg	13 mg
Hierro	1,6 mg	0,4 mg
Zinc	0,63 mg	0,42 mg
Selenio	9,8 mg	7,5 mg
Vitamina C	0 mg	0
Vitamina B1	0,3 mg	0,09 mg
Vitamina B2	0,05 mg	0,03 mg
Vitamina B6	0,14 mg	0,05 mg
Vitamina A	0	0
Vitamina E	0,21 mg	0
Folacina	4 mcg	2 mcg
Niacina	4,7 mg	1,4 mg

Fuente: [www.tipsparabajar peso.com/\(2009\).../37/](http://www.tipsparabajar peso.com/(2009).../37/)





Sección II

El Arroz en la República Dominicana

Sección II	
El Arroz en la República Dominicana	19
1. Situación actual del cultivo de arroz	20
Los precios del arroz	24
Costo de producción	25
Tasas de interés y fuentes de financiamiento . . .	25
¿Qué cantidad de dinero necesita el productor de arroz?	25

Sección II: El Arroz en la República Dominicana

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

1. Situación actual del cultivo de arroz

En la República Dominicana¹, el arroz es el alimento básico de la población. Es, además, el cultivo de mayor trascendencia social. El consumo anual per cápita es de 50 kg (111 libras por persona). Las variedades que se cultivan son insensibles al fotoperíodo, por tanto el cereal se puede sembrar durante todo el año. Sin embargo, el productor tiene que saber que el rendimiento del cultivo puede variar significativamente de mes a mes. Es decir que para conseguir los mejores rendimientos debe sembrar en la época adecuada.

La superficie cultivada del cereal en el año 2008, incluyendo el área de retoño y la doble siembra, fue de 2,869,233 tareas (180,455 ha) (Departamento de Fomento Arrocero, 2009). En dicho año la producción fue de 11,155,990 quintales de arroz blanco (507,090 toneladas de arroz blanco). El rendimiento promedio es de 4,900 kg/ha (4.17 quintales de arroz blanco/tarea) (Tablas 3, 4 y 5).

Tabla 3. Superficie Cultivada de Arroz (flor y retoño) en la República Dominicana, Período 1997- 2008

Año	Superficie cultivada (flor y retoño)	
	Tareas	Ha
1997	1,660,755	104,450
1998	1,764,811	110,994
1999	2,056,234	129,323
2000	1,921,886	120,873
2001	2,417,344	152,034
2002	2,433,944	153,078
2003	2,283,393	143,610
2004	2,292,647	144,192
2005	2,447,647	153,940
2006	2,477,487	155,817
2007	2,565,313	161,340
2008	2,869,233	180,455

Fuente: Departamento Fomento Arrocero, Secretaría de Estado de Agricultura

1 Anexo 11. Desarrollo histórico del cultivo

Sección II: El Arroz en la República Dominicana

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Tabla 4. Producción Anual de Arroz en la República Dominicana, Período 1997-2008

Año	Producción nacional de arroz blanco	
	Quintales de 100 libras	Toneladas
1997	7,292,099	331,459
1998	6,818,343	309,925
1999	8,130,220	369,555
2000	8,203,011	372,864
2001	10,341,423	470,065
2002	10,470,927	475,951
2003	8,795,281	399,785
2004	8,195,157	372,507
2005	9,254,003	420,636
2006	10,228,978	464,953
2007	10,732,060	487,821
2008	11,155,990	507,090

Fuente: Departamento Fomento Arrocero, Secretaría de Estado de Agricultura

Tabla 5. Rendimiento del Cultivo de Arroz en la República Dominicana, Período 1997- 2008

Año	Rendimiento		
	quintales /tarea arroz blanco	Kg/ta	Kg/ha
1997	4.35	326	5,183
1998	3.89	292	4,643
1999	4.06	304	4,834
2000	4.17	313	4,977
2001	4.41	331	5,263
2002	4.38	328	5,215
2003	4.19	314	4,993
2004	3.91	293	4,659
2005	3.79	284	4,516
2006	4.24	318	5,056
2007	4.35	326	5,183
2008	4.35	326	5,183
Promedio	4.17	313	4,975

Fuente: Departamento Fomento Arrocero, Secretaría de Estado de Agricultura

Sección II: El Arroz en la República Dominicana

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

El arroz se adapta bien en todas las regiones del país, principalmente en aquellas zonas bajas con disponibilidad de agua de riego, aunque también se puede cultivar en las montañas utilizando variedades adaptadas. Sin embargo es muy poco el arroz que se siembra bajo estas condiciones.

Las principales regiones de siembra son el Cibao Central, Nordeste, Bajo Yuna, la Línea Noroeste, San Juan de la Maguana y el Este (Miches, Nisibón y Sabana de la Mar). (Figura 1: mapa arrocero nacional). Las regiones del Cibao Central, Nordeste y el Bajo Yuna abarcan el 65% de la superficie nacional del cultivo, mientras que el Noroeste representa el 27%, aproximadamente. Las regiones Sur y Este cubren el 8% del área cultivada (Anexo 1).

En la Provincia San Juan, así como en la región Noroeste, se presentan las mejores condiciones ambientales para el cultivo, a pesar de que en esta última región los suelos son salinos y muy secos (Tabla 6). En San Juan, la disponibilidad de agua de riego es la principal limitante del cultivo. Por eso, en esta región el cereal casi siempre es cultivado una vez por año, y no dos veces, como ocurre en otras regiones.

Tabla 6. Características Ambientales de las Regiones Arroceras de la República Dominicana*.

Región	Clima	Temperatura*	Humedad relativa %	Radiación solar	Presión de enfermedades	Condiciones para retoño
Bajo Yuna y Nagua	Húmedo	Alta	>80	Alta	Alta	No adecuadas
Cibao central	Intermedio	Alta	> 80	Alta	Intermedia	Intermedias
Noroeste	Seco	Alta	<75	Alta	Baja	Excelentes

Fuente: Recopilación del autor

*Temperaturas >30 grados durante el día

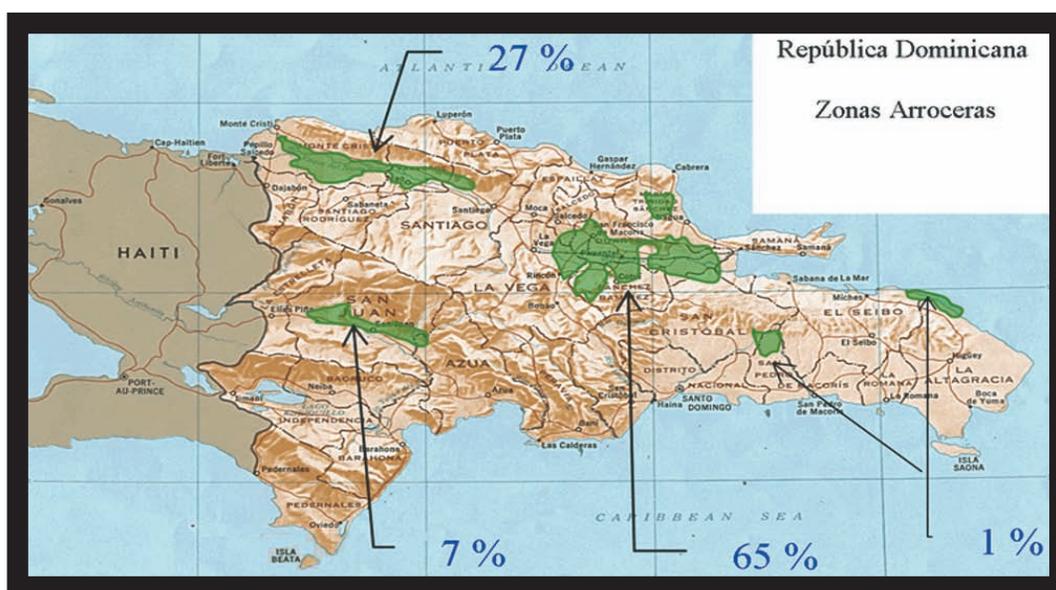


Figura 1. Mapa arrocero de la República Dominicana (Fuente: Frank Moya Pons 2002, Elaboración de áreas arroceras: Freddy Contreras)

Sección II: El Arroz en la República Dominicana

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

De acuerdo con la tenencia de la tierra los productores de arroz se clasifican en dos grupos: 1) de Reforma Agraria y 2) Privados (Tabla 7). Se estima que en el país hay unos 30,290 productores de arroz, de los cuales alrededor de 14 mil son de Reforma Agraria y el resto del sector privado.

Los productores de Reforma Agraria están ubicados en asentamientos campesinos patrocinados por el gobierno dominicano en parcelas desde 20 a 75 tareas, las cuales cultivan en forma individual. Estos productores reciben financiamiento del Banco Agrícola principalmente, pero también tienen acceso a otras fuentes financieras, como son los molineros y distribuidores de insumos agrícolas, entre otras.

Los productores privados son aquellos que son dueños de las fincas, aunque también se incluyen a los que son arrendatarios. Generalmente consiguen mayores rendimientos que los de Reforma Agraria, pues tienen más acceso a los recursos y en consecuencia, pueden utilizar más tecnología y aplicar los insumos adecuados y en los momentos precisos.

Tabla 7. Clasificación de los productores de arroz de acuerdo con la tenencia de la tierra

Clasificación	Cantidad de productores	Proporción %
Reforma agraria	13,740	45
Privados	16,550	55
TOTAL	30,290	100

Fuente: Registro Agropecuario de 1998 (Tomado de Frank Tejada, en: El Vaneamiento en el Arroz, 2004)

El trasplante y la siembra directa en suelo húmedo son los sistemas de siembra básicos. Aunque se realiza doble siembra, el retoño es predominante, principalmente en la Línea Noroeste. En esta región los productores siempre han realizado retoño.

En el año 2008, el aporte del sector agropecuario al Producto Interno Bruto (PIB) fue de RD\$23,435.5 millones, equivalentes al 7.1% del total nacional. De esta cantidad, el arroz aportó RD\$1,704.0 millones, lo que representa un 0,5%. De hecho, ningún otro rubro alimenticio del país se acerca a estas cifras (Banco Central de la República Dominicana 2009). Frank Tejada, en conversación personal (agosto de 2009), señala que las cifras anteriores se basan en precios constantes de 1991.

Estimaciones del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, indican que unas 250,000 personas están involucradas de manera directa e indirecta en los procesos de producción, procesamiento y comercialización del arroz. Se ha calculado que a nivel de fincas se generan alrededor de 150 mil empleos en las labores del cultivo, mientras que en las fases de procesamiento y comercialización se generan unos 100 mil empleos, que incluye a los empleados en las empresas agroindustriales, camioneros, sus ayudantes, promotores y comerciantes mayoristas y detallistas (IICA, 2003).

La industria arrocera dominicana involucra a federaciones y asociaciones de productores, cooperativas, factorías, distribuidores de insumos y maquinarias agrícolas, recueros de caballos, entre otros. Sin embargo, las asociaciones de productores no tienen todavía la solidez que potencialmente poseen.

Sección II: El Arroz en la República Dominicana

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Desde 1998 el vaneamiento es el principal problema que enfrentan los productores del cereal. Otro problema del cultivo es el alto costo de producción. Sin embargo, esto no preocupa mucho a los productores, ya que el precio de venta al consumidor también es alto, considerado de los más altos de América Latina.

Es notorio que en el país la única transformación industrial del cereal es el pulido o blanqueado, dejando a un lado la diversificación en otros productos como pastas, galletas harina, cereales para niños, bebidas, etc. Pero, también, de la paja de arroz se elaboran varios productos artesanales como sombreros, vasijas, briquetas, etc. Incluso en Colombia, investigadores de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, han logrado convertir la cascarilla de arroz en un insumo, que al combinarse con el cemento portland usado para la construcción, mejora varias de las propiedades de éste (Diario el País, Colombia, diciembre 2007).

Los precios del arroz

El precio del arroz al nivel de productores no está tan sujeto a la oferta y la demanda como ocurre con otros rubros agrícolas, pues el mismo lo establece la Comisión Nacional Arrocería. Esta Comisión, integrada por autoridades oficiales, comerciantes, industriales y productores fija una franja de precios sobre la cual los molineros disponen el precio final a pagar al productor. Asimismo, el Programa Nacional de Pignoración del Arroz (auspiciado por el gobierno dominicano) contribuye con la estabilización de los precios del cereal y permite que los molineros realicen los pagos al productor en el menor tiempo posible.

En el mes de junio de 2008, el precio bruto pagado al productor fue de RD\$15.00/kg de arroz en cáscara (US\$ 0.42/kg). El precio neto, ajustado por humedad e impurezas, fue de RD\$13.85/kg (US\$ 0.39/kg). Afortunadamente, en los casos de bajos niveles de oferta, el productor puede conseguir los mejores precios del mercado.

Para los consumidores los precios del arroz blanco tampoco sufren oscilaciones significativas a lo largo del año. Las diferencias en precios se deben a las diferentes categorías comercializadas, establecidas a base del porcentaje de arroz entero y también en la calidad culinaria de la variedad. En este sentido, Yocahú CFX 18 y Cristal 100 son las variedades que se cotizan más caras, tanto a nivel de los productores como de los consumidores. Esto se debe a que tienen altos rendimientos en molino y una calidad culinaria muy apreciada por los dominicanos. Las categorías de arroz pulido (blanco) comercializadas son las siguientes: Selecto A, Selecto B, Superior A y Superior B (INESPRE 2001) (Tablas 8 a y 8 b).

Tabla 8 a Normas de Clasificación del Arroz Pulido

Categoría	Granos partidos %			Granos dañados %		
	Grandes	Puntas	Total	Calor	Insectos	Total
Selecto A	10	2	12	1	1	2
Selecto B	14	4	18	1.5	2	3.5
Superior A	20	5	25	2.5	3	5.5
Superior B	30	5	35	3.5	4.5	8

Tomado de: Moquete 2004 en: Generalidades del Cultivo de Arroz en República Dominicana

Tabla 8 b. Otras Normas de Clasificación del Arroz Pulido *

Categoría	Otros factores			
	Granos rojos %	Granos fermentados/ 100 gramos	Semillas objetables/ 100 gramos	Granos yesosos
Selecto A	0.5	-	0	2
Selecto B	0.5	-	0	3
Superior A	2.5	5	2	3.5
Superior B	3.5	8	4	4

*Tomado de: Moquete 2004 (Generalidades del Cultivo de Arroz en República Dominicana)

Costo de producción

El costo de producción del arroz no varía significativamente de año a año, y además, el mismo es muy parecido entre todas las regiones. El costo puede variar de acuerdo con el ciclo de la variedad y el sistema de siembra. Las variedades precoces o tempranas (<110 días) requieren menor cantidad de agua y menos tiempo para cosecharse, por lo cual su costo de producción tiende a ser más bajo que el de las variedades de ciclo largo (140-150 días).

El costo de producción de la siembra por trasplante es, en promedio, 10% más alto que la siembra directa, debido a un mayor uso de mano de obra y al gasto adicional por la preparación y cuidado de los semilleros. En retoño, los costos de producción son 45-55% más bajos que la cosecha principal (flor), no importa que ésta sea directa o trasplante. En junio del año 2008 el costo de producción del arroz en siembra por trasplante fue de RD\$5,634.37/tarea, equivalente a RD\$89,586.00/ha (US\$ 2,505.20/ha) (Departamento de Fomento Arrocero 2008).

Tasas de interés y fuentes de financiamiento

La tasa de interés que paga el productor de arroz depende de su fuente de financiamiento. El Banco Agrícola ofrece una tasa de 18% anual que, por razones de gastos legales, puede superar el 20%. Esta es la tasa más baja del mercado; lamentablemente, este banco no tiene recursos para todos los productores. Los molineros y distribuidores de agroquímicos aplican tasas de interés superiores al 3% mensual.

¿Qué cantidad de dinero necesita el productor de arroz?

Un productor que posea 50 tareas (3 ha), que es la unidad productiva básica, necesita entre RD\$254,000.00 y RD\$282,000.00 por cosecha (US\$7,257.00 - US\$8,057.00). Estos montos incluyen los costos directos de la producción y pagos por financiamiento.





Sección III

Aspectos Fisiológicos de la Planta de Arroz

Sección III	
Aspectos Fisiológicos de la	
Planta de Arroz	27
Fases de crecimiento y desarrollo	28
Fase vegetativa	29
Fase reproductiva	29
Fase de maduración.	29
Latencia de la semilla	30
Rendimiento del arroz y los componentes del rendimiento	31
El cultivo de arroz y el medio ambiente	31
Qué hacer para lograr una buena producción de arroz.	31
Qué puede esperar el productor	32

Fases de crecimiento y desarrollo

El crecimiento de la planta de arroz es un proceso fisiológico continuo que comprende un ciclo completo desde la germinación hasta la madurez del grano. El desarrollo de la planta es un proceso de cambios fisiológicos y morfológicos que tienen lugar en la misma y modifican su funcionamiento. Tanto los cambios cuantitativos y cualitativos están relacionados con la edad de la planta y dependen, en mayor o menor grado, de la interacción de la planta con el ambiente (Zamalloa Calle, 2008). Como norma general, la planta de arroz tiene tres fases de crecimiento bien diferenciadas, dentro de las cuales ocurren a su vez 10 etapas de desarrollo.

Fase vegetativa

La fase vegetativa comienza con la germinación de la semilla y sigue hasta la diferenciación del primordio floral (Fernández et al, 1985). Cuando las semillas germinan en terreno encharcado, el coleóptilo que contiene las hojas embrionarias emerge primero que la coleoriza, mientras que si germinan en un ambiente aireado, como el de los suelos con buen drenaje, primero surge la coleoriza (CIAT, 2009) (Foto 17).

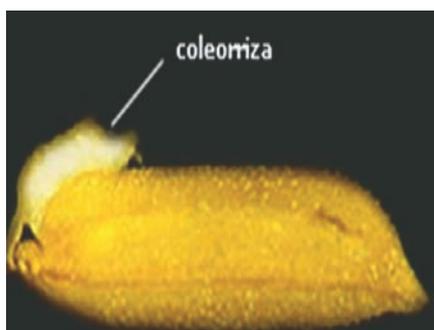


Foto 17. Semilla de arroz en germinación

Esta fase vegetativa es la única etapa cuya duración es variable, pero la misma determina el ciclo de las variedades. Por ejemplo, si una variedad tiene un ciclo de 120 días, esta etapa tendría 55 días de duración. Pero si el ciclo es de 130 días, la duración sería de 65 días. En esta etapa se determina el número total de hijos que producirá la planta.

Fase reproductiva

Esta fase va desde la iniciación de la panícula hasta la floración, es decir que empieza cuando termina la fase vegetativa. Se caracteriza por la aparición de los órganos reproductivos de la planta. La duración de la misma es constante en todas las variedades y en promedio dura 35 días. En esta fase se determina el número de espiguillas/panícula, por tanto es muy aconsejable que al inicio de la misma el cultivo reciba todo el Nitrógeno pendiente de aplicar.

Fase de maduración

Se inicia con la floración y termina en el momento de la madurez fisiológica del cultivo. Se caracteriza por la formación y el llenado de los granos. La duración de esta fase también es constante, de aproximadamente 30 días.

A lo largo de estas tres fases se presentan 10 etapas de desarrollo, fácilmente identificables. Dentro de ellas ocurren fenómenos que se relacionan estrechamente con operaciones de campo y que cualquier acontecimiento afecta el rendimiento del cultivo (Zamalloa Calle, 2008). Dichas etapas y su relación con las fases son las siguientes:

4 Etapas ocurren en la fase vegetativa

- **Etapa 0, Germinación o emergencia:** desde la siembra hasta la aparición de la primera hoja a través del coleóptilo. Su duración promedio es de 5 a 10 días.
- **Etapa 1, Plántula:** desde la emergencia de la plántula hasta inmediatamente antes de aparecer el primer hijo, lo cual tarda de 15 a 20 días.
- **Etapa 2, Macollamiento:** desde la aparición del primer hijo hasta cuando la planta alcanza el número de hijos máximo. Su duración depende del ciclo de la variedad.
- **Etapa 3, Elongación del tallo:** desde el momento en que el cuarto entrenudo del tallo principal empieza a destacarse por su longitud, hasta el comienzo de la siguiente etapa. Varía de 5 a 7 días.

3 Etapas ocurren en la fase reproductiva

- **Etapa 4, Iniciación de la panícula o primordio.** Desde cuando se inicia el primordio de la panícula en el punto de crecimiento hasta cuando la panícula diferenciada es visible como punto de algodón. Tiene un lapso de 10 a 11 días.
- **Etapa 5, Desarrollo de la panícula.** Desde cuando la panícula es visible como una estructura algodonosa hasta cuando la punta de ella está inmediatamente debajo del cuello de la hoja bandera. Esta etapa demora entre 15 y 16 días.
- **Etapa 6, Floración.** Desde la salida de la panícula de la vaina de la hoja bandera, hasta cuando se completa la antesis en toda la panícula. Tiene un lapso de 7 a 10 días.

3 Etapas ocurren en la fase de madurez

- **Etapa 7, Grano lechoso.** Desde la fecundación de las flores hasta cuando las espiguillas estén llenas de un líquido lechoso.
- **Etapa 8, Grano pastoso.** Desde cuando el líquido que contienen las espiguillas tiene una consistencia lechosa, hasta cuando es pastosa dura. Su período es de 10 a 13 días.
- **Etapa 9, Grano maduro.** Desde cuando los granos tengan una consistencia pastosa dura, hasta cuando estén completamente maduros. Su tiempo es de 6 a 7 días.

Latencia de la semilla

Latencia es la incapacidad de la semilla para germinar bajo condiciones favorables. Es una característica que favorece la supervivencia de la especie (Jennings, 1982). La latencia puede durar hasta 80 días, dependiendo de la variedad y de las condiciones de cosecha. Las variedades japónicas tienen poca o ninguna latencia, mientras que las índicas poseen esta condición.

En el país, la latencia es mayor cuando se cosecha en los meses de abril/junio, que cuando se cosecha entre octubre/diciembre. La latencia es ventajosa cuando se cosecha en época de lluvias, pues cuando los granos están maduros y llueve, estos pudieran germinar si no tuvieran latencia. La desventaja de la latencia es que la semilla no se puede sembrar inmediatamente después de la cosecha.

Sección III: Aspectos Fisiológicos de la Planta de Arroz

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Rendimiento del arroz y los componentes del rendimiento

El rendimiento del cultivo de arroz depende de la época de siembra, de la variedad, de la fertilización (principalmente la nitrogenada) y del manejo de cultivo. El productor durante la cosecha puede estimar el rendimiento, analizando sus componentes, que son los siguientes:

- Número de panículas/m²
- Número de espiguillas/panícula
- % de granos llenos
- Peso del grano

Al momento de la floración en siembra por trasplante el cultivo debe tener de 250-350 panículas/m². Si tiene menos de 250 es seguro que el rendimiento esperado se verá afectado. Las variedades actuales tienen en promedio de 100-120 espiguillas/panícula, mientras que el porcentaje de granos vanos no debe ser mayor de 20%. El peso del grano depende en gran medida de la variedad y el mismo se determina en la fase de maduración. En general, el peso del grano largo a extralargo fluctúa de 20 a 35 g/1,000 granos.

El cultivo de arroz y el medio ambiente

En la producción comercial de arroz se utilizan productos químicos que generan impactos ambientales que deben ser tomados en cuenta. Los productos aplicados contaminan las aguas, provocando la muerte de peces y otros animales acuáticos. La deposición de envases plásticos en el suelo es también una fuente importante de contaminación. Asimismo, se reconoce que el cultivo de arroz es un importante emisor de gas me-

tano, que tiene un efecto 21 veces más nocivo que el dióxido de carbono (principal gas de efecto invernadero) y de óxido nitroso (300 veces más nocivo) (Periódico El Observador de Uruguay, 25 de mayo de 2008).

En términos generales, las aves son las menos afectadas por los impactos ambientales del cultivo. Esto se refleja en la gran cantidad de aves que hacen vida dentro de los arrozales, entre las cuales se encuentran gallaretas (*Gallinula chloropus*), patos (ánades), playeros y garzas (Familia ardididae), entre otras (Fotos 18, 19, 20 y 21).



Foto 18. Gallareta



Foto 19. Patos



Foto 20. Playeros



Foto 21. Garzas

Qué hacer para lograr una buena producción de arroz

Para lograr una alta producción, se requiere una buena variedad y sembrarla en la época adecuada. En el cultivo de arroz el rendimiento y la incidencia de plagas y enfermedades están relacionados con la fecha de siembra. Asimismo, si el productor va a realizar retoño debe sembrar una variedad que tenga capacidad para producir buenos rendimientos bajo esta modalidad.

El productor debe adecuar el terreno para la siembra, de tal manera que prepare una cama en la cual la semilla recién germinada o la plántula trasplantada puedan desarrollarse favorablemente. Cuando la siembra es directa en suelo fangueado, la semilla debe ser pregerminada, procedimiento con el cual se logran ventajas sobre las malezas. Si la siembra es directa en suelo seco, el terreno debe estar previamente nivelado, mureado y libre de malezas, o al menos controladas.

Es muy recomendable que el productor siembre semilla tratada con insecticidas y fungicidas, lo cual puede hacer él mismo o, también, puede adquirirla tratada, preferiblemente. El control de malezas debe realizarse en los primeros 15 días si el arroz ha sido trasplantado y antes de los 22 días si la siembra fue directa en cualquiera de sus modalidades (en seco o en húmedo). Independientemente del sistema de siembra, mientras más temprano sea el control de malezas, mayor será la eficiencia de los herbicidas aplicados.

Los fertilizantes son necesarios para obtener altos rendimientos. Los más importantes son el Nitrógeno, el Fósforo y el Potasio, conocidos como macronutrientes. Otros fertilizantes de uso rutinario son el Zinc y el Azufre, conocidos como microelementos. Asimismo, y para un mejor aprovechamiento de los fertilizantes, las cantidades que el productor debe aplicar hay que establecerlas a base de un análisis de suelo.

Las plagas y enfermedades que atacan al arroz van cambiando según la etapa del cultivo. Es decir, que aparecen en una etapa y en la otra no; por tanto, el productor debe estar pendiente de lo que ocurre. En casos de problemas fitosanitarios, los mismos se deben controlar utilizando insecticidas o fungicidas específicos. Es importante que el productor realice controles rutinarios de ratas y de caracoles, pues son plagas constantes durante todo el ciclo de cultivo. En la floración y hasta 15-20 días después hay que proteger la panícula de ataques de insectos y de hongos. De no hacerse, los rendimientos podrían verse reducidos.

El riego puede ser a base de encharques periódicos a lo largo del ciclo de cultivo, exceptuando las etapas de preñez alta y floración, en las cuales el terreno debe permanecer encharcado. Es muy importante que el productor disponga de un adecuado sistema de drenaje para eliminar el exceso de agua cuando sea necesario. Para facilitar la cosecha mecanizada, el terreno debe empezar a drenarse 10 - 15 días antes de la misma. Durante el desarrollo del cultivo el productor debe identificar a quién venderá el arroz, pues éste le suministrará tanto los sacos para la cosecha como el transporte hasta la factoría.

Qué puede esperar el productor

Un productor que haya sembrado una variedad de alto rendimiento en la etapa adecuada, si ha manejado correctamente el paquete tecnológico y no se le han presentado situaciones climatológicas inesperadas, conseguirá buenos rendimientos. Asimismo, si sus costos de producción son razonables y vende a precio justo, obtendrá altos beneficios y rentabilidad en su unidad productiva. Estos beneficios explican en parte el porqué el arroz sigue siendo el principal cultivo comercial del país.





Sección IV: ¿Qué se Necesita para Cultivar Arroz?

Sección IV:	
¿Que se Necesita para Cultivar Arroz?	33
El suelo	34
El clima	35
Maquinarias y equipos	36
Mano de obra	36

Sección IV: ¿Qué se Necesita para Cultivar Arroz?

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

El suelo

El arroz se adapta muy bien a una amplia gama de suelos, desde los arenosos hasta los arcillosos. Se debe tener en cuenta que los arenosos son difíciles de inundar porque no retienen agua y además puede haber lixiviación de los fertilizantes por debajo de la zona radicular del cultivo. Los suelos de textura pesada tienen mayor preferencia por su capacidad para retener agua.

Asimismo la topografía natural del terreno, aunque no interfiere en forma significativa con la producción del cultivo, puede elevar los costos de producción, y sobre todo, crear un obstáculo a la mecanización del cultivo. De todas maneras, el suelo debe nivelarse antes de la siembra o establecer curvas de nivel para uniformizar los lotes.

El arroz tolera bastante la salinidad, permitiendo buenos rendimientos en suelos salinos, los cuales se van lavando por los continuos riegos aplicados al cultivo (Vargas, 1985). Pero, también, el cereal se comporta bien en regiones como el Bajo Yuna, que tienen suelos orgánicos y sólo se requiere que el productor evite el exceso de fertilizantes nitrogenados.

En la Línea Noroeste, hasta mediados de 1980, los suelos se caracterizaban por su alta concentración de sales (Tabla 9), lo cual no permitía la siembra de algunas variedades de arroz. Sin embargo, gracias al mejoramiento que se ha operado en los sistemas de riego y drenaje, la región se ha convertido en una de las de mayor productividad del país.

Tabla 9. Características de los Suelos Arroceros de la República Dominicana.

Region	pH	Contenido de materia orgánica %	Deficiencias nutricionales	Toxicidad	Contenido de P ppm	Contenido de K meq/100g suelo
Nagua y Bajo Yuna	<6.0	>3.5	-	Hierro	>80	>0.5
Cibao central	60-6.5	2.0-3.0	-	Hierro	>80	>0.5
Noroeste	>7.0	2.0-3.0	Zn	Salinidad	> 80	>0.5

* Fuente: Matsuya et al 2002.

El pH define condiciones de acidez o alcalinidad del suelo, y por el mismo se pueden predecir problemas nutricionales. Pero, en términos generales, el arroz puede desarrollarse bien en suelos ácidos como en los alcalinos. Esto se debe a que el pH es neutralizado durante la cosecha por la inundación del suelo (Campo-Agricultura, 2009). El pH de los suelos ácidos aumenta con la inundación, mientras que en los suelos alcalinos ocurre lo contrario. Es decir, es muy importante que el productor conozca la situación de su propio suelo para realizar un adecuado manejo de los fertilizantes que aplique.

El pH óptimo para el arroz es 6.6. Con este valor, la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la misma disponibilidad de fósforo, son altas. Además, las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, ta-

les como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel tóxico (Infoagro.com).

Es por esta razón que las propiedades físicas del suelo son relativamente poco importantes para el cultivo de arroz, a medida que haya un adecuado suministro de agua (Vargas, 1985). En resumen, el productor arrocero puede cultivar el cereal en cualquier tipo de suelo, sólo tiene que conocer sus características y, en consecuencia, desarrollar un manejo adecuado a dichas condiciones.

El clima

Los principales factores climáticos son la radiación solar y la temperatura. La radiación solar, medida en calorías/cm²/día, es la fuente de energía que la planta requiere para los procesos de fotosíntesis y de evapotranspiración. Además, es considerada como la variable climática que afecta más al rendimiento del arroz (Matsuo et al, 1995).

Una baja radiación solar durante la fase vegetativa afecta muy poco al rendimiento y sus componentes, mientras que en la fase reproductiva reduce notablemente el número de espiguillas. Pero, también, puede aumentar el daño causado por las plagas y enfermedades (Chaudhary et al, 2003). Los mayores rendimientos se consiguen cuando el cultivo recibe más de 400 calorías/cm²/día durante la formación y desarrollo de la panícula. Se estima que una hora de luz proporciona 50 calorías/cm².

Cielos nublados durante la fase reproductiva reducen la radiación solar disponible, como ocurre frecuentemente en el Cibao Central. En la región Noroeste el cielo por lo general permanece despejado, recibiendo el cultivo alta radiación solar y como resultado los rendimientos son de los más altos. En la fase de maduración, la baja radiación solar disminuye el porcentaje de granos llenos (Vargas, 1985).

En la etapa de floración temperaturas por encima de 32°C en horas de la mañana provocan que el polen de las flores no germine, lo cual puede generar el vaneamiento de la panícula (Figura 2). Pero, también, estos niveles de temperaturas durante el llenado de los granos aceleran su maduración y, consecuentemente, incrementan el contenido de centro blanco y el rompimiento del arroz en el molino.

En Estados Unidos se reporta que temperaturas nocturnas de 32° C reducen la fertilidad de la panícula (Mohammed y Tarpley, 2009). En cambio las temperaturas bajas (< 20° C) pueden favore-

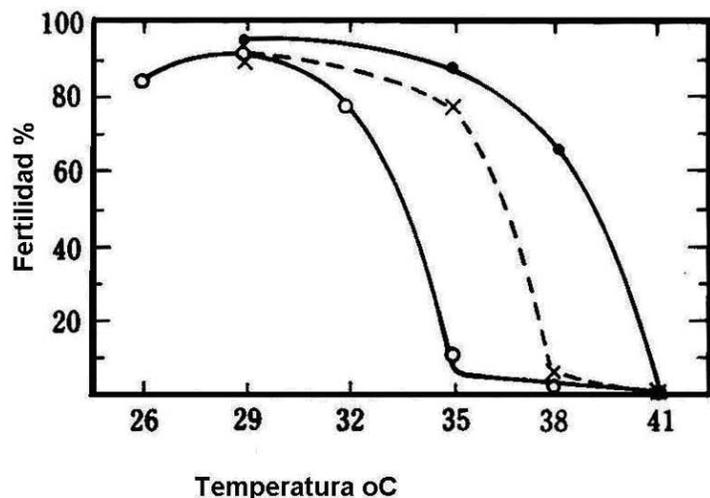


Figura 2. Efectos de la temperatura sobre el vaneamiento de la panícula (Fuente: Science of the Rice Plant/Physiology. Matsuo et al 1995).

Sección IV: ¿Qué se Necesita para Cultivar Arroz?

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

cer el vaneamiento, pero éstas no son comunes en las zonas de producción de arroz del país y no tienen relevancia para una buena producción. La temperatura óptima para el cultivo fluctúa de 25 a 32° C.

La humedad relativa alta (>80%) favorece la incidencia de enfermedades foliares en las variedades susceptibles. En las áreas de reguío las lluvias no son tan necesarias, excepto cuando los ríos empiezan a secarse y se reduce el agua disponible para el riego.

Climas secos, con baja humedad relativa y alta radiación solar son los más favorables para el cultivo del arroz, condiciones presentes en casi todas las zonas productoras del país. Esto significa que en la República Dominicana están dadas las condiciones ambientales para lograr altos rendimientos.

Maquinarias y equipos

El cultivo de arroz requiere una adecuada disponibilidad de maquinarias y equipos, con las cuales se facilitan las labores propias del mismo. No es necesario que el productor sea el propietario, pues las puede alquilar. Sin embargo, es bueno que tenga palas, machetes y por lo menos una bomba mochila para las fumigaciones al cultivo.

Entre las maquinarias y equipos más comunes en las fincas arroceras del país están las siguientes:

- Tractor para rastrear, fanguear, nivelar y murear
- Tabla para nivelar
- Bomba para asperjar
- Palas
- Machetes
- Cosechadoras (combinadas)

Mano de obra

El productor arrocerero dominicano usualmente tiene que utilizar mano de obra (jornaleros) en todo el proceso productivo. La cantidad puede variar con el sistema de siembra y el tipo de cosecha, flor o retoño. Si la siembra es por trasplante se necesitan más jornaleros para esta labor, pues cada uno apenas puede trasplantar entre 6-8 tareas (0.4-0.5 ha) por semana. En la siembra directa la limpieza manual es la actividad que genera la mayor demanda de mano de obra, que se reduce significativamente en retoño. En promedio, la mano de obra representa el 20% del costo total de producción del cultivo (Costo Producción del Departamento de Fomento Arrocerero, 2008) y la misma es utilizada principalmente para las siguientes labores:

- Nivelación, mureo (con palas)
- Limpieza manual

Sección IV: ¿Qué se Necesita para Cultivar Arroz?

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

- Trasplante, nivelación y mureo (cuando el terreno es fangueado)
- Aplicación de insumos con obreros especializados (fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas)

También se requiere mano de obra para el acarreo del arroz cosechado, desde el campo hasta los caminos. Sin embargo, esta actividad no es propia del productor, sino que se contratan dueños de recuas de caballos para tales fines.





Sección V: Preguntas Comunes

Sección V:	
Preguntas Comunes	39
¿Cuál es la época más adecuada para sembrar? . .	40
¿Cuál variedad debería sembrar el productor arrocero?	41
¿Cómo puedo determinar la variedad que está sembrada?.	42
¿Cuál debe ser el sistema de siembra?	43
¿Qué tipo de semilla debe sembrar el productor? . .	44
¿Cómo pregerminar la semilla de arroz	45

Sección V: Preguntas Comunes

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

¿Cuál es la época más adecuada para sembrar?

Una de las preguntas más comunes dentro del sector arrocero es cuál es la mejor época de siembra. La respuesta es que la mejor época es aquella que le permita al cultivo recibir la mayor cantidad de radiación solar desde el inicio de la fase reproductiva hasta el llenado de los granos.

En términos generales, la mejor época de siembra va desde mediados de febrero hasta finales de marzo, lo cual es válido siempre y cuando el productor realice una sola siembra al año y sin retoñar. Pero como el productor arrocero dominicano realiza dos cosechas al año, incluyendo el retoño, la época de siembra debe ajustarse a esta situación. Hay que tener presente también el ciclo de la variedad y la disponibilidad de agua, pues puede escasear en muchas zonas y en ciertos meses del año.

Tomando en cuenta las limitaciones antes expuestas, las fechas óptimas de siembra son las siguientes:

Primera etapa o cosecha de primavera:

Regiones del Cibao central: del 15 de diciembre al 15 de febrero; regiones Nordeste y Bajo Yuna: 05 de diciembre al 31 de enero. Para la Línea Noroeste: desde el 20 de diciembre al 31 de enero.

Segunda etapa o cosecha de invierno:

Regiones del Cibao Central: del 10 de junio al 31 de julio, para las regiones Nordeste y Bajo Yuna: 1 de junio al 31 de julio. En la Línea Noroeste: desde el 25 de junio al 5 de agosto.

Tanto en el sur (San Juan de la Maguana) como en el este (Nisibón, Sabana de la Mar) la disponibilidad de agua define la época de siembra, tanto para la primera como para la segunda etapa (Tabla 10). Pero si hubiera un suministro de agua confiable, las mejores épocas de siembras son las mismas definidas para el Cibao Central.

Tabla 10. Épocas de Siembra de Arroz Recomendadas para la República Dominicana

Región	Época/etapa	
	Primavera	Invierno
Cibao central	15 diciembre/15 febrero	10 junio/31 julio
Nordeste y Bajo Yuna	5 diciembre/31 Enero	1 junio/31 julio
Noroeste	20 diciembre/31 Enero	25 junio/5 agosto

La siembra de primera etapa se caracteriza por días cortos al inicio de las siembras y largos desde finales de febrero, permitiendo que el cultivo reciba alta radiación solar

durante la fase reproductiva. En esta etapa se obtienen los rendimientos más altos, superiores a 8,000 kg/ha, mientras que la presión de enfermedades es relativamente baja, al igual que la germinación de los arroces indeseables. Si el productor decide retoñar, debe hacerlo a partir de la siembra realizada en este período. Se resalta que en la primera etapa todas las variedades se comportan de manera excelente.

En cambio, la cosecha de invierno o segunda etapa se define por las siguientes características:

- Menor radiación solar en la etapa reproductiva.
- Días cortos (acortamiento de las horas de luz durante el día).
- Reducción del ciclo vegetativo de las variedades entre 10-20 días.
- Pocas variedades se comportan bien.
- Rendimiento 15-25% menor que en primera etapa, dependiendo de la variedad.
- Mayor incidencia de manchado de grano y de vaneamiento.
- Excelente para realizar retoño (a partir de la siembra de primera etapa).

El éxito en esta etapa radica en la selección de una variedad que responda bien en la misma. De hecho, la falta de variedades que se adapten a la segunda etapa es una de las razones por las cuales el productor decide retoñar.

Un consejo general para todos los productores es que eviten sembrar en los meses de abril/mayo, ya que son meses para cosechar. También deben evitar sembrar después del 15 de agosto. Si lo hacen, la cosecha estaría muy expuesta a problemas fitosanitarios.

¿Cuál variedad debería sembrar el productor arrocero?

En la primera etapa, la variedad que el productor debe sembrar dependerá de si piensa retoñar o no. Si no lo hará, la variedad debe tener alto potencial de rendimiento, ciclo no mayor de 140 días y que responda positivamente a las aplicaciones de nitrógeno. Entre las variedades que el productor puede seleccionar para esta etapa se encuentran Juma 67, Yocahú CFX 18, Prosequisa-4, Prosequisa-5, Idiaf 1 o Cristal-100, Prosequisa-10 y , Prosequisa-7.

Si el productor decide hacer retoño debe sembrar una variedad que produzca buenos rendimientos y rentabilidad en esta modalidad, como son Prosequisa 4 e Idiaf 1. El ciclo vegetativo de la variedad no debe ser inferior a 130 días. Juma 67 tiene potencial para retoñar, pero tiene tendencia a que se le manche el grano cuando se cosecha entre los meses de julio y septiembre. Por tanto, si el productor desea retoñarla, debe organizar la siembra previa, evitando que el cultivo de retoño florezca antes del 15 de septiembre.

En la segunda etapa el productor debe sembrar una variedad tolerante a plagas y enfermedades, al vaneamiento y que responda bien a bajos niveles de radiación solar. Esto es muy importante debido a que en esta etapa se presentan los mayores problemas fitosanitarios. Por tanto, es crucial que la variedad se desarrolle bien bajo condiciones ambientales difíciles. Las variedades Prosequisa 5 e Idiaf 1 han demostrado adaptarse bien a las siembras de la segunda etapa.

Sección V: Preguntas Comunes

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

¿Cómo puedo determinar la variedad que está sembrada?

Las variedades de arroz sembradas en el país tienen diferencias fenotípicas visibles por las cuales el productor las puede identificar fácilmente. Algunas tienen el ápice del grano color púrpura y otros de color amarillo paja. Otras variedades poseen los granos aristados y otras no poseen esta condición. Los tallos varían en color y en su intensidad, pudiendo ser verdes, verde amarillentos, ligeramente púrpura o púrpura intenso. El color del estigma es otra característica que permite diferenciar variedades. Asimismo la altura de la planta y el ciclo vegetativo son criterios muy útiles para identificar la variedad que el productor tiene sembrada, al igual que la posición o ángulo de la hoja bandera (Fotos 22, 23 y 24).



Foto 22. Hoja bandera erecto (<25 grados)



Foto 23. Angulo hoja bandera abierto (45 grados)



Foto 24. Angulo hoja bandera (90 grados)

Prosequisa 4 es una de las variedades más cultivadas y se diferencia de las demás por su ciclo largo (>140 días), su color de tallos púrpura intenso y por su altura, superior a 120 cm. La variedad Juma 67 posee un ciclo intermedio (120-130 días), tipo de planta semi abierto y tallos de color verde amarillo. Idiaf 1 es una planta erecta con tallos ligeramente púrpuras y de granos aristados. Cristal 100 y Yocahú CFX 18 son variedades precoces (100 días) y de altura similar, pero la segunda es cultivada exclusivamente bajo el sistema de producción de arroz Clearfield R.

Las principales características para identificar variedades de arroz son las siguientes:

- Altura de planta
- Ciclo vegetativo
- Color de los tallos
- Color de las hojas
- Color del ápice de los granos
- Color del estigma
- Presencia de arista en los granos
- Tipo de planta, arquitectura
- Posición o ángulo de la hoja bandera
- Pubescencia de las hojas

¿Cuál debe ser el sistema de siembra?

El productor debe seleccionar un sistema de siembra que le permita combatir en forma efectiva las germinaciones de arroces indeseables, pues las mismas serán un problema con el cual tendrá que batallar durante los primeros 60 días de cultivo. Pero, también, antes de decidir su sistema de siembra, el productor debe valorar las condiciones de la finca, la disponibilidad de mano de obra y de recursos económicos. (Fotos 25, 26 y 27)

En la actualidad en el país se practican tres sistemas de siembra, que son los siguientes: 1) trasplante, 2) siembra directa con semilla pregerminada, y 3) siembra directa mecanizada. Los dos primeros sistemas (los más comunes) se realizan en suelo fangueado (batido), mientras que el tercero se puede realizar con cero o mínima labranza. Se puede afirmar que bajo las actuales condiciones de las fincas arroceras del país, tanto la siembra directa con semilla pregerminada como el trasplante son los sistemas de siembra más apropiados.

Si el productor logra buen control de los arroces indeseables y de las malezas antes de la siembra y si tiene buena nivelación del terreno, la siembra directa con semilla pregerminada es la primera opción. El trasplante se justifica principalmente por la contaminación de los suelos con arroces indeseables y por mala nivelación de los lotes. Las desventajas del trasplante son que requiere de un semillero previo y de mayor cantidad de mano de obra, lo cual eleva el costo de producción. Sin embargo, este sistema de siembra ofrece mayores garantías que otros sistemas para conseguir mejores rendimientos.

En la región Noroeste, al igual que en San Juan de la Maguana, hay excelentes condiciones para la siembra directa mecanizada. La principal ventaja es que los suelos son secos, lo que facilita la nivelación y el mismo uso de las sembradoras. En este sistema es clave el control de las germinaciones de los arroces indeseables antes de la siembra, utilizando herbicidas no selectivos. Otro aspecto importante es que no se debe arar la tierra, pero si hay necesidad, debe hacerse en forma superficial, sin voltear el terreno .



Foto 25. Siembra directa en suelo fangueado



Foto 26. Siembra por trasplante



Foto 27. Siembra directa mecanizada

Sección V: Preguntas Comunes

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Actualmente hay un sistema novedoso conocido como "Clearfield R" que optimiza la siembra directa en sus dos modalidades. El mismo consiste de una variedad resistente a un herbicida no selectivo, lo cual explica sus ventajas. El herbicida controla tanto las germinaciones de los arrocillos indeseables como las malezas, sin causar fitotoxicidad al arroz sembrado.

¿Qué tipo de semilla debe sembrar el productor?

Para lograr una buena cosecha el productor debe utilizar semilla certificada, producida por empresas acreditadas para tales fines (Tabla 11). Este tipo de semilla se comercializa con porcentaje de germinación mínimo de 80%, un máximo de 6 granos de arroz rojo/kilo y pureza varietal de 98%.

Tabla 11. Procesadoras de semilla certificada en la República Dominicana*

Procesadora	Dirección	Teléfono
Procesadora de Semillas Quisqueya, PROSEQUISA	El Pino, La Vega	809-725- 8371
Procesadora Dominicana de Semillas, PROSEDOCA	La Herradura, Santiago	809-247-2525
Productora de Semillas Selectas, PROSECA	La Canela, Santiago	809-336-0064
Semillas Galán, C x A	La Bija, Cotuí	809-240-0129
Semillas Rodríguez	Juma, Bonao	809-525-7383
Semillas San Rafael	Navarrete, Santiago	809-471-0703

Fuente: César Moquete (Generalidades del Cultivo de Arroz en República Dominicana. 2004)

Muchos productores, tratando de reducir costos de producción, siembran "semilla bronca", que es aquella producida por ellos mismos o por otros productores. Esta semilla se comercializa a menor precio que la certificada, pero no posee los niveles de calidad exigidos en cuanto a pureza varietal y contenido de arroz rojo. El costo de la semilla certificada, que es menor que otros insumos como los fertilizantes, históricamente ha variado del 6 - 8% del costo total de producción. Es decir que su precio no justifica plenamente el uso de "semilla bronca" por parte de los productores.

¿Cómo pregerminar la semilla de arroz

El proceso de pregerminación de la semilla puede durar de 48 a 72 horas. Consiste de sumergir la semilla en agua durante 36-48 horas, incubarla a la sombra por otras 24 horas y luego realizar la siembra sobre suelo fangueado.





Sección VI: Otras Consideraciones

Sección VI:	
Otras Consideraciones	47
Equipos de aplicación	48
El arroz de secano	48
Producción de semilla y requerimientos nacionales .	49

Sección VI: Otras Consideraciones

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Equipos de aplicación

Para la aplicación de los distintos insumos, tales como herbicidas, insecticidas y fungicidas, el productor puede utilizar pulverizadores (bombas) de espalda, bombas motorizadas (y estacionarias) o aviones (Fotos 28, 29 y 30). Los más comunes y más asequibles son las bombas de espalda, que son muy prácticas y con ellas el productor puede realizar aplicaciones uniformes y muy eficientes, aunque requieren de mayor tiempo para completar el trabajo.



Foto 28: Aplicación aérea



Foto 29. Aplicación con motomba



Foto 30. Aplicación con mochila

El avión agrícola es la manera más rápida de realizar las aplicaciones. Afortunadamente, se encuentra disponible en las principales regiones arroceras del país. Otro equipo que se puede utilizar en las aplicaciones es el helicóptero agrícola, pero está menos disponible que los aviones.

Previo a las aplicaciones, el productor debe preparar el producto o la mezcla de éstos en tanques, preferiblemente de 55 galones, utilizando agua de los canales de riego, o en casos extremos, de los drenajes. El agua que se utilice debe estar libre de sedimentos y con pH neutro. Si no está neutro, el productor debe usar reguladores del mismo. Para esos fines puede utilizar *Cosmoaguas*, en dosis entre 1-2 gramos/litro de agua, dependiendo de la dureza de la misma.

Independientemente de los equipos de aplicación que utilice el productor, los mismos deben ser previamente calibrados. Esta calibración, tanto por volumen de agua como por el área a cubrir, es clave para conseguir la eficiencia de los insumos aplicados.

El arroz de secano

Arroz de secano es aquel que depende enteramente de la lluvia para su normal desarrollo, sin muros en el campo y que, por lo tanto, no puede retener una lámina de agua sobre la superficie (Jennings, 1985). En términos generales, el rendimiento del arroz de secano es mucho menor que el de riego.

Para obtener un buen rendimiento en secano son necesarios de 200-300 mm de lluvia bien distribuidos por mes (1000 - 4000 mm durante el período de

cultivo). Sin embargo, el requerimiento depende mucho del tipo de suelo. Los requerimientos de agua en suelos arenosos son tres veces mayores que en suelos arcillosos, siendo el período más crítico por necesidad de agua los 10 días antes de la floración.

La falta de agua durante la floración causa gran esterilidad en las flores y, en consecuencia, se reducen los rendimientos. Esa situación es irreversible, y aunque posteriormente a la floración se aplique suficiente agua, los rendimientos serán bajos. Contrariamente a esto, si durante la fase vegetativa se presentan períodos de escasez de agua, con tal que se suministre suficiente agua en los 10 días que preceden la floración, se podrá todavía contar con una buena cosecha (Benacchio y Avilán, 1991).

La siembra en secano es más compleja, impredecible e inestable que la de riego. Otra particularidad es que las variedades utilizadas en el ecosistema de riego no se adaptan al cultivo de secano y viceversa. Es decir, que para realizar siembras comerciales en secano hay que desarrollar variedades específicas, que actualmente no están disponibles en el país.

Muchas personas entienden que en zonas de la Provincia de Monte Plata (Bayaguana) hay condiciones para el cultivo de secano. Sin embargo, por lo impredecible de las lluvias y por la misma cantidad, lo correcto es no aventurarse a este tipo de siembra a escala comercial. En las montañas es otra la situación, pues los agricultores siembran arroz de secano con fines de subsistencia.

Producción de semilla y requerimientos nacionales

Los requerimientos nacionales de semilla certificada se sitúan entre 200 -250 mil quintales anuales, de los cuales las empresas productoras suplen del 55 al 65%. El resto es producido por productores individuales o por molineros. Esta situación es la brecha para el uso de granos comerciales como semilla (*semilla bronca*). Los requerimientos de semilla del país pudieran ser mayores sino no hubiera retoño, actividad que se realiza en más de 800 mil tareas.





Sección VII: Mejoramiento Genético

Sección VII:	
Mejoramiento Genético	51
Descripción de las variedades cultivadas.	53
Juma 57	53
Juma 67	54
Prosequisa 4	54
Prosequisa 5	54
Prosequisa 10	55
Yocahú CFX 18	55
Idiaf 1	56
Cristal 100	56
Derechos de propiedad intelectual de las variedades	56
¿Es posible que el productor dominicano pueda sembrar arroz híbrido?	57

Sección VII: Mejoramiento Genético

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos



Foto 31: Proceso de cruzamiento

Actualmente el mejoramiento genético del arroz en el país es desarrollado por la Estación Experimental Juma (Foto 31) y por empresas privadas. Entre estas empresas se destacan PROSEDOCA, PROSEQUISA y Genética del Arroz (GENARROZ).

Las principales variedades cultivadas son Prosequisa 4, Prosequisa 5, Juma 67, Idiaf 1 y Yocahú CFX 18. Otras variedades cultivadas son Cristal 100, Prosequisa 10 y Palmar 18. Todas difieren entre sí, tanto en ciclo vegetativo, como en otras características fenotípicas (Tablas 12 a y 12 b)

Tabla 12 a. Características de Cuatro Variedades de Arroz Sembradas en la República Dominicana

Características	Variedad						
	Juma 67	Prosequisa 4	Prosequisa 5	Yocahú CFX 18	Cristal 100	Prosequisa 4	Prosequisa 4
Tipo de planta	Semi abierta	Abierta	Abierta	Semicompacta	Semicompacta	Intermedia	Intermedia
Ciclo vegetativo días	125-140	140-155	125-135	95-100	100-105	120-130	115-125
Altura cm	86	140		93-98	90-95	88	100
Vigor en estado de plántula	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Color del tallo	Verde	Púrpura	Púrpura	Ligeramente púrpura	Verdes	Verde	Verde
Ángulo hoja bandera	Erecto	Erecto	Erecto	Abierto	Abierto	Erecto	Erecto
Macollamiento	Bueno	Bueno	Bueno	Moderado	Escaso	Bueno	Bueno
Acame	Resistente	Resistente	Tolerante	Resistente	Resistente	Resistente	Moderadamente Resistente
Enfermedades							
Hoja blanca	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Susceptible	Tolerante	Tolerante	Tolerante
Piricularia	Tolerante	Moderadamente susceptible	Tolerante	Moderadamente tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante
Manchado de grano	Moderadamente susceptible	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante
Rendimiento kg/ha	8,000 – 9,000	6,500 – 8,000	7000-8000	5,500 – 7,000	5,500-7,000	7,500-8,000	6,000-7,000
Calidad molinera	Excelente	Excelente	Buena	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Rendimiento arroz entero %	58-60	58-60	58-60	60-62	60-62	58-60	62-64
Tamaño del grano	Largo	Largo	Largo	Largo	Largo	Largo	Largo
Calidad culinaria	Excelente	Se apasta al consumirse fresco	Buena	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Temperatura de gelatinización	Intermedia	Alta	-	Baja	Intermedia	Baja	Baja
Contenido de amilosa %	24-26	24-26	-	26-28	26-28		

Fuente: Hojas divulgativas de variedades

Tabla 12 b. Clasificación de las Variedades de Arroz de Acuerdo con Diferentes Características

Ciclo vegetativo, días	Clasificación
90-109	Tempranas
110-119	Precoces
120-139	Intermedias
> 140	Tardías
Altura cm	
< 90	Enanas
90-110	Semienanas
111-130	Intermedias
>130	Altas
Contenido de amilosa %	
2-Jan	Cerosas
20-Aug	Baja
21-25	Intermedia
> 25	Alta

Fuente: Jennings et al 1979 (en: Rice Improvement)

Descripción de las variedades cultivadas

Juma 57

Esta variedad se originó del cruce entre IR 8 y Nilo 1, realizado en la Estación Experimental Juma y su liberación se hizo en el año 1972. La variedad IR 8 fue introducida al país por la Misión China, mientras que Nilo 1 Y Nilo 2 las introdujo el Dr. Cheany. Juma 57 es de ciclo largo (>140 días), de porte bajo (<90 cm), semi erecta, resistente al acame, buen macollamiento (>15 hijos/planta) y potencial de rendimiento superior a 8,000 kg /ha.

En el molino Juma 57 tiene buen rendimiento, entre 58-60% de arroz entero. También su calidad culinaria es buena, con un contenido de amilosa que varía de 26-28%. Presenta susceptibilidad a la toxicidad de hierro, por lo cual no se adapta muy bien a suelos con altos contenidos de este mineral (zonas de Angelina, Cotuí y Bajo Yuna).

Juma 57 fue la primera variedad de alto rendimiento y de porte bajo que se sembró masivamente en el país, siendo la punta de lanza para desarrollar otras variedades con características similares. Desde 1982 hasta 1995 Juma 57 ocupó el primer lugar en área de siembra en el país y aunque todavía se sigue sembrando, no tiene la misma aceptación. Su problema es que no se puede sembrar en la segunda etapa, por la susceptibilidad que presenta a la mayoría de las enfermedades que atacan al cultivo.

Sección VII: Mejoramiento Genético

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Juma 67

Es una variedad desarrollada por la Estación Experimental Juma mediante el cruzamiento entre Juma 62 / Juma 64, realizado en 1990 y liberada en 1998. Es de porte bajo (altura > 90 cm), planta semi abierta, ciclo intermedio (120-135 días), alto macollamiento y resistente al acame. Se puede sembrar por siembra directa o por trasplante sin ningún inconveniente. Con buen manejo puede producir 9,000 kg /ha (600 kg /ta) en cosecha flor y de hecho es una de las mejores variedades para la siembra de primera etapa. Posee buena calidad culinaria, con contenido de amilosa entre 24-26%. Su rendimiento en molino varía entre 58 y 60% de arroz entero, que son valores muy buenos. El grano es largo (7.0 mm de longitud), pero su apariencia es ligeramente opaca y por tanto no es muy atractiva para su comercialización en bolsas transparentes (IDIAF 2002).

Juma 67 responde bien a la fertilización nitrogenada y ha mostrado buena adaptabilidad a las diferentes zonas de producción de arroz del país (IDIAF, 2002). Su principal debilidad es que no responde muy bien a las siembras de la segunda etapa, en la cual su grano tiende a mancharse en forma significativa. Por eso, aunque puede producir buenos rendimientos en retoño, muchos productores prefieren no retoñarla.

Prosequisa 4

Fue obtenida en el año 1993 por la empresa PROSEQUISA mediante el procedimiento de selección genealógica individual en una población de la variedad local Tanioka 10. Su registro oficial se realizó en febrero de 1994. Es una planta ligeramente abierta, de porte alto, con más de 140 cm de altura, ciclo largo (>140 días) y alta capacidad de macollamiento. Los tallos son de color púrpura intenso (PROSEQUISA 2004). Su contenido de amilosa es intermedio, entre 24-26% y su temperatura de gelatinización es alta.

Prosequisa 4 se adapta muy bien a los suelos salinos de la región noroeste, donde están presentes las mejores condiciones para su desarrollo. Pero, también, ha demostrado buen comportamiento en las demás regiones arroceras. Esta variedad posee dos características de gran importancia: 1) excelente calidad de molino, y 2) gran capacidad para producir altos rendimientos en retoño.



Foto 32. Variedad Prosequisa 5

Prosequisa 5

Esta variedad (Foto 32) también fue obtenida por PROSEQUISA y proviene del cruzamiento entre las variedades Prosequisa 4 /ISA 40, realizado en 1993. Es de porte alto, tipo de planta semiaabierto, con buena capacidad de macollamiento, ciclo de 125-135 días, tallo color púrpura y ángulo de la hoja bandera erecto. La panícula tiene una fertilidad de 90%, mientras que el grano mide 6.3 mm, con un peso promedio de 26 gramos en mil

granos (PROSEQUISA 2008). Bajo buenas condiciones de manejo puede producir por encima de 500kg /tarea (8,000 kg /ha).

Tiene buen rendimiento en el molino y su calidad culinaria es aceptable para los consumidores nacionales. Se puede cultivar en las diferentes regiones del país durante todo el año, tomando en cuenta que por su porte alto puede acamarse. Otra ventaja de esta variedad es su capacidad para dar buenos rendimientos en la segunda etapa.

Prosequisa 10

Este cultivar proviene de materiales introducidos desde América del Sur por PROSEQUISA. Su ciclo vegetativo varía de 110-120 días, con altura de 110 cm. Su potencial de rendimiento es de 350-450 kg /ta (5,500-7,200 kg /ha). Su calidad culinaria es muy buena, lo mismo que su rendimiento en molino, donde puede producir entre 62-64% de arroz entero. Su grano es de tamaño medio (6.0 a 6.5 mm). Su mejor época de siembra es la primera etapa, empezando los días 20 de diciembre de cada año. Se sugiere que en siembra directa la densidad de siembra esté entre 10-14 libras/tarea (72-100 kg /ha) (PROSEQUISA 2008).

Yocahú CFX 18

Es una variedad esencialmente derivada de 'Cypress' (Foto 33), pero obtenida por el método de mejoramiento genético convencional. Su cultivo se realiza bajo el Sistema Clearfield R. Es un material de ciclo precoz (100 días) adaptado a la siembra directa. La altura de planta es de 93-98 cm y sus tallos poseen un color ligeramente púrpura. Es resistente al acame; la hoja bandera es glabra (lisa), mientras que el ángulo de la hoja bandera es abierto (>70 grados). Su potencial de rendimiento fluctúa entre 6,000 - 7,000 kg /ha (380-450 kg /ta) (Impale Agrícola, 2006).



Foto 33. Variedad Yocahú CFX 18

Posee excelente calidad culinaria (26-28% de amilosa y baja temperatura de gelatinización). Su rendimiento en el molino es de 62-64% de arroz entero, es de grano largo (> 7.0 mm), con muy poco centro blanco. Esta variedad se puede sembrar en cualquier momento después de una cosecha anterior sin ser afectada por germinaciones voluntarias. Por estas características Yocahú CFX 18 es ideal para la siembra directa. Su desventaja es la susceptibilidad que presenta a la Hoja blanca, por lo cual deben evitarse altas poblaciones del insecto Sogata, para prevenir su incidencia. También es susceptible al vaneamiento bacteriano.

Sección VII: Mejoramiento Genético

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Idiaf 1

El Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) es el responsable de la liberación de esta variedad. La misma proviene del cruzamiento entre Tanioka 10 S /J734-4-1-1-1 realizado en el Centro de Investigaciones de Arroz (CEDIA) en Juma, Bonao a principios de la década de 1990. Idiaf 1 tiene ciclo intermedio (125-135 días), altura de 90-96 cm y posee tallos color púrpura. El tipo de planta es erecto, resistente al acame, tolerante a plagas y enfermedades con alto potencial de rendimiento, pudiendo producir más de 9,000 kg /ha en la siembra de primera etapa. Además, posee un buen potencial para dar altos rendimientos en retoño. La fertilidad de la panícula es superior a 90%, el grano es largo (7.0 mm) y pesado, con un promedio de 30 gramos/mil granos (IDIAF, Programa de Cereales 2002). Idiaf 1 es de amplia adaptación, pero su cultivo se ha desarrollado básicamente en Nagua y el Bajo Yuna pues, por su inestable calidad molinera, es rechazada por la mayoría de las factorías.



Foto 34. Variedad Cristal 100

Cristal 100

Variedad desarrollada por la PROSEDOCA en el año 1997, a partir de cultivares introducidos desde Estados Unidos. Es una variedad del tipo Japónica tropical, de ciclo precoz, de 100-105 días, de hojas glabras (lisas) y de senescencia tardía (Foto 34). Posee escaso macollamiento (<10 hijos/planta), tallos de color verde y altura de 90 cm. El color del ápice del grano es púrpura y la hoja bandera tiene 45 grados. Su período de siembra óptimo va desde enero hasta agosto, mientras que el tipo de siembra recomendado es directa.

Tiene un potencial de rendimiento de 346 - 440 kg/ta (5,500 - 7,000 kg/ha) y tolerancia a las principales enfermedades que atacan al cultivo. El grano pulido es largo. Las principales ventajas de esta variedad son su calidad molinera (>60% de arroz entero) y culinaria, lo cual la convierten en ideal para nichos de mercado de alta calidad. También la precocidad permite que se puedan realizar hasta tres (3) cosechas en el año, incluyendo su rotación con otras variedades.

Derechos de propiedad intelectual de las variedades

Las variedades de arroz obtenidas por las instituciones y personas nacionales dedicadas al mejoramiento genético son inscritas en el Registro Nacional de Variedades, de la Secretaría de Estado de Agricultura. Con dicho registro el obtentor o dueño de una nueva variedad adquiere sobre la misma un periodo de exclusividad por 20 años, después de los cuales puede ser comercializada libremente.

Esto en principio garantiza la propiedad intelectual y los derechos comerciales atribuidos a los obtentores de nuevas variedades de arroz, pues la misma Ley recono-

ce como delito que terceros las comercialicen sin el consentimiento de su (s) dueño (s). Pero en la práctica, es normal observar personas vendiendo semillas de variedades registradas sin recibir sanciones. En la jerga del productor esto se conoce como piratería, muy común dentro del sector arrocero nacional.

Para mayor cobertura en la protección de los derechos intelectuales, las variedades nuevas pueden registrarse ante la Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV), con sede en Ginebra, Suiza. Este organismo hace valer los derechos legales de los obtentores a nivel internacional y viabiliza que estos reciban la debida compensación en los casos de que las variedades se comercialicen fuera de su país de origen.

¿Es posible que el productor dominicano pueda sembrar arroz híbrido?

Actualmente en el país no hay arroces híbridos disponibles para los productores. Los híbridos se refieren a cultivares cuya semilla debe ser adquirida cada vez que se desee sembrarlos. Por tanto no pueden ser reciclados, guardando parte de la cosecha para semilla como usualmente ocurre con las variedades. Es decir que el uso de estos cultivares es una manera eficiente de evitar la piratería de semilla por parte de terceros.

Los híbridos tienen potencial para elevar los rendimientos del cultivo en forma significativa. De hecho, en China continental su desarrollo ha sido un éxito total, como lo demuestra el área de siembra con estos materiales, la cual pasa de 30 millones de hectáreas. Asimismo, la empresa RiceTec en Estados Unidos tiene un programa de producción y comercialización de híbridos con excelentes resultados.

Un dato especial de este tipo de materiales es que se siembran a muy baja densidad, 36 kg /ha (5 libras/tarea). Sin embargo, el problema básico de los híbridos radica en la tecnología para la producción de semillas en grandes volúmenes, pues la misma es complicada, y sobre todo, costosa.

En América Latina se han hecho intentos por desarrollar híbridos comerciales sin resultados positivos. En el país, PROSEDOCA está evaluando en diferentes regiones este tipo de materiales, lo cual lleva a cabo mediante acuerdos con Rice-tec. Estos híbridos se ven con mucho potencial de rendimiento, a la vez de tener un buen fenotipo y tolerancia al vaneamiento de la panícula (Foto 35). Dadas estas características, nos parece que en el país se podría estar sembrando híbridos de arroz a nivel comercial no muy tardíamente.



Foto 35. Arroz híbrido evaluado por PROSEDOCA





Sección VIII: Manejo del Cultivo

Sección VIII:	
Manejo del Cultivo	59
1. Preparación del terreno	60
2. Tratamiento de las semilla y semilleros	63
3. Densidad de siembra.	64
4. Control de malezas	66
5. Control de plagas	69
6. Control de enfermedades	70
7. Fertilización	72
8. Riego.	76
Otras actividades de manejo de cultivo.	77
Descripción de los fertilizantes aplicados en el cultivo de arroz	81
Malezas en el cultivo de arroz	87

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

El manejo de cultivo es una actividad compleja y dinámica. Esto significa que el productor debe estar atento durante el período de cultivo para llevar a cabo todas las labores necesarias para lograr un óptimo rendimiento y que aseguren menores costos de producción. Una ventaja del manejo apropiado del cultivo es que las labores son las mismas, ya sea siembra directa o trasplante, apenas cambian los momentos en las cuales se realizan.

El manejo eficiente del cultivo de arroz comprende las siguientes actividades:

1. Preparación del terreno
2. Tratamiento de la semilla y semilleros
3. Densidad de siembra
4. Control temprano de malezas
5. Control de plagas
6. Aplicación de fertilizantes
7. Control de enfermedades
8. El riego

1. Preparación del terreno



Foto 36. Terreno mal nivelado

La adecuada preparación del terreno, principalmente la nivelación, es la base para un manejo eficiente del cultivo. Suelos mal nivelados no son aptos para la siembra directa, pues se forman lagunas en las cuales las semillas no pueden desarrollarse normalmente (Foto 36). Pero es importante que la nivelación no sea a cero pendiente, pues obstaculizaría el drenaje. Pendientes de hasta 5% son suficientes.

En los casos de siembra directa con semilla pregerminada, o trasplante, la preparación convencional del terreno comprende las siguientes actividades (Fotos 37 al 42):

- Fanguero del suelo húmedo o arado en suelo seco (2-3 pases)
- Mureo con palas
- Nivelación en suelo fanguero con tractores, bueyes o caballos



Foto 37. Mureo con palas

Para el fanguero del suelo, el productor puede utilizar tractores o motocultores, dependiendo del tamaño y las condiciones de la parcela. De preferencia, los tractores se utilizan en las fincas más grandes, debi-

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

do a su mayor capacidad de trabajo, mientras que los motocultores son muy apropiados para parcelas menores de 6 ha (<100 tareas).

La nivelación se puede hacer con el mismo tractor empleado para el fanguero, pero si los suelos son profundos lo más conveniente es que se haga con bueyes o con caballos. En cambio, las labores de mureo son realizadas por jornaleros, quienes utilizan palas de corte para estos fines. La función de los muros es permitir un mejor manejo del agua de riego, principalmente en aquellos suelos con deficiente nivelación. Hay un tipo especial de muros conocidos como cruceros, los cuales facilitan que las partes más altas de la parcela se mojen eficientemente.

En siembra directa mecanizada (en suelo seco), los muros se preparan con un mureador acoplado a un tractor. Luego se pueden readecuar con palas durante el riego de establecimiento del cultivo. Se recomienda no arar el suelo, mucho menos fanguarlo.

Para una adecuada preparación del terreno en siembra mecanizada, se sugiere el siguiente proceso (Fotos 43 al 48):

- Recoger los rastrojos de la cosecha anterior o quemarlos con fuego.
- Dar un riego ligero para que germinen las semillas de arroz que están sobre la superficie del suelo.
- Quemar con herbicidas no selectivos los tallos de las plantas de la cosecha previa, las germinaciones de los arroces superficiales y de las malezas que hayan germinado.



Foto 38. Fanguero con motocultores



Foto 39. Fanguero con tractores



Foto 40. Nivelación con bueyes



Foto 41. Nivelación con caballos



Foto 42. Nivelación con motocultor

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

- Fertilización antes de la siembra (fósforo y potasio: 100% + microelementos recomendados).
- Siembra.
- Riego de germinación.

Es oportuno que aquellos productores que preparan el terreno con agua, hagan alguna vez una preparación en suelo seco que les permita mejorar las condiciones generales de la parcela. Esta preparación debe incluir la nivelación con rayo láser y el mureo con curvas de nivel (Fotos 49 al 52).



Foto 43. Quema de rastrojos de cosecha previa



Foto 44. Campo quemado



Foto 45. Terreno adecuado para siembra mecanizada



Foto 46. Alimentación de tolva con fertilizantes pre siembra



Foto 47. Aplicación de fertilizantes pre siembra



Foto 48 Siembra mecanizada

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos



Foto 49. Nivelación con láser



Foto 50. Nivelación



Foto 51. Mureo en curvas de nivel



Foto 52. Rolo para adecuar los muros

2) Tratamiento de las semillas y semilleros

Tradicionalmente el productor dominicano de arroz no está habituado al tratamiento ni de la semilla ni de los semilleros con insecticidas y fungicidas antes de la siembra o del trasplante. Sin embargo, esta práctica tiene efectos beneficiosos en el control de las plagas que se presentan en las primeras 3-4 semanas después de la siembra, entre las cuales se destacan la *Hydrellia* y *Sogata*, por lo cual está siendo implementada en importantes áreas arroceras de nuestro país.

Para el tratamiento a la semilla el productor puede adquirir semilla tratada con CRUISER 35 FS. Otro insecticida apropiado es Gaucho 70 WS. Es recomendable utilizar las formulaciones específicas de los insecticidas/fungicidas recomendados para el tratamiento de semillas. Los procesadores de semilla certificada pueden realizar el tratamiento de la semilla, por lo cual el productor debe definir este punto con su proveedor (de semilla). Si la semilla se sembrará en suelos con deficiencias de zinc, la misma puede ser tratada con Basfoliar Zinc 75%, a 100-200 ml/100 kg de semilla (Quintero y Spinelli 2005).

En el caso del tratamiento de los semilleros, el mismo se debe realizar 2-3 días antes del arranque de las plántulas. En ese sentido se puede aplicar *Regent 20 SC* (Fipronil), a 290 cc/ha. El semillero debe quedar completamente bañado con el producto utilizado.

En el Cibao Central, en la primera etapa del año 2009 se presentó una alta incidencia de *Hydrellia* y de larvas (gusanos) que produjeron muchos daños en los arrozales de dicha zona. El productor se vio en la necesidad de realizar 3-4 aplicaciones de insecticidas para controlar dichas plagas, las cuales hubieran podido evitarse si la semilla o los semilleros hubiesen sido tratados previamente.

3) Densidad de siembra

a) En siembra directa

La densidad de siembra en siembra directa con semilla pregerminada debe variar de 80-100 kg/ha (11-14 lb/ta) y de 70-80 kg/ha (10-12 lb /ta) en siembra directa mecanizada (semilla seca en suelo seco). El productor dominicano, sin embargo, en siembra con semilla pregerminada utiliza densidades más altas, entre 100-130 kg/ha (14-18 lb /ta). Incluso algunos productores llegan hasta 20 lb /ta (145 kg/ha), alegando que con esta alta densidad se protegen de los daños que causen tanto las ratas como los caracoles. Prácticas de este tipo encarecen el costo de producción y predisponen a la planta para el ataque de plagas y enfermedades. Es muy aconsejable que el productor evite las altas densidades de siembra, ya que las mismas no son compatibles con un manejo racional del cultivo (Tabla 13).

b) En el semillero

La cantidad de semilla que debe utilizarse varía de 2.50 a 3.50 quintales/tarea de semillero (180-252 gr/m²), lo cual alcanza para trasplantar 25 tareas (1.5 ha). Algunos productores siembran a una densidad mayor, hasta de 5.0 quintales/ta, con el argumento de evitarse problemas con los sembradores, a quienes les gusta encontrar semilleros muy densos. En otras ocasiones, el productor siembra con altas densidades para vender las plántulas que le sobren, pero debe tener en cuenta que esta práctica puede incrementar la incidencia de plagas y enfermedades en forma significativa.

c) En el trasplante

En el trasplante el productor debe asegurarse que los sembradores coloquen un mínimo de 16 posturas/m². Normalmente los productores prefieren una densidad mayor, por lo menos 30 posturas/m². En rigor, lo óptimo son 20-25 posturas/m², de 4-5 plántulas cada una, lo cual garantiza mayor sanidad y desarrollo de las plántulas. A la larga, el rendimiento puede ser mayor porque las panículas son más grandes, más sanas, los tallos más fuertes y se reduce el potencial de acame del cultivo. No hay diferencia en rendimiento entre una o dos plántulas por postura, siempre que no haya muerte de plántulas (Vergara 1982).

Tabla 13. Densidades de Siembra Recomendadas para Distintos Sistemas de Siembra en la República Dominicana

Sistema de siembra	Cantidad de semilla	
	Lb/ta	kg/ha
Directa en suelo húmedo	12--15	100-115
Directa en suelo seco	14-Oct	72-100
Trasplante manual	15-Dec	100-115

Manejo de los semilleros

Para realizar un buen semillero el productor debe preparar el terreno de tal manera que las plántulas se arranquen con facilidad y sin romperse. Esto se puede lograr preparando canteros, cuyos tamaños oscilan de 20 a 30 m² (1 x 20 m ó 1 x 30 m) (Fotos 53, 54 y 55). Es importante que los semilleros se hagan en áreas abiertas, lejos de la sombra producida por árboles y edificaciones (Vergara, 1982). Esto es para propiciar el desarrollo adecuado de las plántulas.

Inicialmente el semillero puede manejarse con riegos periódicos, pero a partir de los 10-12 días hay que encharcarlo hasta el arranque de las plántulas. Cuando el semillero está encharcado las raíces crecen menos, las plántulas se arrancan con mayor facilidad y por ende se rompen menos. También se evita el crecimiento de las malezas.

El productor debe evitar que los semilleros sufran ataques de plagas o enfermedades. Si las plagas que están causando daños son larvas (lepidópteros) se pueden controlar con aplicaciones de Rimon 10 EC, en dosis de 200-300 gr/ ha. Pero si las plagas son minadores (*Hydrellia*) o chupadores (*Sogata*), se puede utilizar Actara 25 WG, en dosis de 50 gr/ha. Bajo condiciones ambientales adversas es posible que el semillero sea atacado por *Piricularia* en la hoja, la cual se puede controlar con aplicaciones de Fuji One 40 EC, en dosis de 1.0 l/1.50 ha (25 tareas).

Si entre 10-12 días antes del trasplante, el productor observa que el semillero tiene deficiencias de nitrógeno o que las plántulas tienen escaso desarrollo, puede aplicar 15-30 kg/ha de nitrógeno (4.5-9.0 lb /tarea de urea, ó 10-20 lb/tarea de sulfato de amonio). Esta fertilización corrige fácilmente estas deficiencias, a la vez que mejora el desarrollo de las plántulas, favoreciendo el arranque de las mismas.

El trasplante

El trasplante debe hacerse con plántulas de 25 a 30 días. Si son viejas (>35 días) ahíjan en el semillero, se recuperan muy lentamente e incluso pueden florecer poco después del trasplante. Si son muy jóvenes (< 20 días) se quedan cortas y pueden ser ahogadas



Foto 53. Semilleros en canteros



Foto 54. Canteros recién germinados



Foto 55. Canteros bien manejados



Foto 56. Semillero en uso

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos



Foto 57. Arranque de plántulas

con facilidad. Una consideración especial es que las variedades precoces, por su propio ciclo vegetativo, no se recomiendan para el trasplante. Con esto se evita que buena parte de la fase vegetativa la pasen en los semilleros.

Concluido el trasplante, el terreno debe dejarse con una ligera lámina de agua para evitar que las plántulas se resequen. Es muy importante que el trasplante se realice mediante un proceso continuo, corrido, pues las plántulas que se trasplantan un día florecen primero, y así sucesivamente (Fotos 56 al 59).



Foto 58. Plántulas con raíces pequeñas y abundantes



Foto 59. Trasplante concluido

4. Control de malezas

Para asegurar un efectivo control de las malezas, el mismo debe realizarse lo más temprano posible. Los herbicidas pueden ser aplicados en preemergencia o en post emergencia. En post emergencia las malezas deben tener 3 hojas, o un máximo de 4. Asimismo es conveniente que el productor pregermine la semilla, con lo cual favorece la competencia del cultivo contra las malezas.

a) En siembra directa con semilla pregerminada

En la siembra directa el productor normalmente debe realizar dos controles de malezas. El primero lo puede hacer en forma preventiva, entre 07-10 días después de la germinación del arroz. Para estos fines puede aplicar la siguiente combinación de herbicidas: Orysa 70 WG, 70 gr/ha + Herbadox 40 EC, 3.0 l/ha. De 1-2 días después de efectuado el control se pone agua al terreno para asegurar la efectividad de ambos herbicidas.

El segundo control de malezas se debe realizar a partir de los 12 días después de la germinación del cultivo, sin pasar de los 22 días. En todo caso, los herbicidas que el productor utilice dependerán del tipo de malezas predominantes en el arroz.

zal. Si son ciperáceas, hojas anchas y gramíneas del tipo *Echinochloa colona* ("pie de gallo"), la recomendación es que entre 12- 14 días aplique la siguiente combinación de herbicidas: Facet 25 SC, 1.5 l/ha + Basagran 48 SL, 2.0 l/ha + Ally 60 WG, 06 gr/ha.

En este mismo momento (12-14 días después de siembra), si la maleza gramínea a controlar es *E.crus-galli* ("Semilla de María") o *Ischaemum rugosum* ("Popa"), se puede aplicar Nominee 40 EC, 125 cc/ha, ó, Starice 6.9 EC, 1.20 l/ha + Basagran 48 SL, 2.0 l/ha. El Ally 60 WG, 06 gr/ha, debe aplicarse 4-5 días antes o después de aplicar Starice 6.9 EC.

Entre 20 -22 días después de días después de la germinación, y si las malezas gramíneas predominantes son *Leptochloa sp* ("flor morá") o "Semilla de María", se sugiere al productor que aplique la siguiente mezcla de herbicidas: Aura 20 EC, 800 cc/ha + Basagran 48 SL, 2.0 l/ha + Ally 60 WG, 07 gr/ha.

Pero si la población de malezas gramíneas es diversa ("pie de gallo", "semilla de María", "flor morá" o "Yerba Popa", entre otras), lo aconsejable es que el productor utilice Clincher 18 EC, en dosis de 1.20 -1.40 l/ha. Este herbicida se puede aplicar en cualquier momento, pero no debe mezclarse con otros. Por tanto, es prudente que el Basagran 48 SL y el Ally 60 WG, si son necesarios, se apliquen al menos 4 días antes o después de Clincher 18 EC.

Si por alguna razón quedan áreas específicas con problemas de malezas (chivos), las mismas pueden ser corregidas utilizando cualquiera de los herbicidas indicados anteriormente. Este tipo de control, conocido como "rescate", no debe pasar de los 30 días después de la germinación.

b) En trasplante

El primer control de malezas en trasplante debe realizarse en preemergencia, inmediatamente se termine el mismo. En este caso el productor puede conseguir un buen control con la aplicación de Orysa 70 WG, 64 gr/ha + Herbadox 40 EC, 3.0 l/ha. También se puede aplicar Rifit 50 EC, 2.0 2.5 l/ha + Orysa 70 WG, 64 gr/ha, o, Machete 60 EC, 3.0 l/ha + Herbadox 40 EC, 3.0 l/ha. El terreno debe permanecer siempre con buena humedad para favorecer la acción de los herbicidas utilizados.

Si se mantiene la humedad en el suelo es muy posible que no se requieran controles adicionales. Pero de ser necesarios, el productor puede utilizar las mismas opciones recomendadas para el segundo control de malezas en siembra directa (Tablas 14 a y 14 b).

Independientemente del sistema de siembra, el productor debe contemplar desyerbes manuales para erradicar las germinaciones de los arrocillos indeseables, no controlados por los herbicidas. Estos desyerbes deben realizarse antes de la floración.

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Tabla 14 a. Programa para el Control de Malezas en Siembra Directa con Semilla Pregerminada en el Cultivo de Arroz en República Dominicana

Momento de aplicación dds*	Malezas a controlar	Herbicidas/dosis
07-10	Preventivo	Orysa 70 WG: 70 gr/ha + Basagran 48 SL: 2.0 l/ha
12-14	Pie de gallo, ciperáceas y hojas anchas	Facet 25 SC: 1.25 l/ha + Basagran 48 SL: 2.0 li/ha + Ally 60 WG: 06 gr/ha
18-22	Semilla de María, flor morá ciperáceas y hojas anchas	Aura 20 EC: 800 cc/ha** + Basagran 48 SL: 2.0 li/ha + Ally 60 WG: 07 gr/ha
18-22	Semilla de María, Popa, Suelda con suelda, ciperáceas	Nominee 40 EC: 125 cc/ha **
18-22	Pie de gallo, Semilla de María, Popa y ciperáceas	Starice 6.9 EC ,1.20 l/ha ** + Basagran 48 SL, 2.0 l/ha
18-22	Gramíneas diversas:(Pie de gallo, Semilla de María, Popa, Flor morá (solamente gramíneas)	Clincher 18 EC, 1.20-1.40 l/ha

*dds = días después de la siembra, **Estas opciones pueden ser utilizadas en trasplante, en caso de ser necesario un segundo control de malezas

Tabla 14 b. Programa para el Control de Malezas en Siembra por Trasplante en el Cultivo de Arroz en República Dominicana

Momento de aplicación ddt*	Malezas a controlar	Herbicidas/dosis
00 – 01	Preventivo	Orysa 70 WG: 64 gr/ha + Herbadox 40 EC, 3.0 l/ha
Opción 1		
00 – 01	Preventivo	Rifit 50 EC, 2.0 2.5 l/ha + Orysa 70 WG: 64 gr/ha
Opción 2		
00 - 01	Preventivo	Machete 60 EC, 3.0 l/ha + Herbadox 40 EC, 3.0 l/ha
(Opción 3)*		

ddt = días después del trasplante

5. Control de plagas

El productor dominicano reconoce tres tipos de plagas en el cultivo de arroz: las ratas, los caracoles y los insectos. El control de ratas debe ser permanente, desde antes de la siembra hasta la cosecha. En cambio, los caracoles se deben controlar antes de la siembra, directa o trasplante, hasta las primeras 3-4 semanas después. Generalmente es necesario realizar dos controles de esta plaga, pues llegan con el agua de riego cada vez que el productor moje o encharque los arrozales. En el primero, el productor puede utilizar Catin 50 SC, 1.0 -3.0 l/ha. En el segundo puede aplicar Fersacol 70 WP, a 300-350 gramos/ha.

Entre 10-12 días después de la siembra el productor debe iniciar el monitoreo de los insectos plagas para determinar su incidencia. Durante los primeros 30-40 días después del trasplante o de la siembra directa, el cultivo puede ser afectado por *Hydrellia*, por la *Sogata* o por gusanos. El productor, si después de realizar el monitoreo correspondiente, determina que las plagas presentes son *Hydrellia* o *Sogata* puede aplicar Actara 25 WG, 50 gr/ha. Pero también se puede aplicar Engeo 24.7 SC, 150-200 cc/ha o Regent 20 SC, 125-150 cc/ha. Si las plagas son gusanos, el productor puede controlarlas aplicando Rimon 10 EC, en dosis de 200-300 gr/ ha.

Durante la parte final de la fase vegetativa del cultivo es posible que se requiera un segundo control de las plagas señaladas. De ser así, el productor puede utilizar Curacron 50 EC, en dosis de 1.0 l/ha.

Al inicio de la floración y a lo largo de esta etapa, es común la presencia de hiedevivos, los cuales se pueden manejar en forma preventiva con Actara 25 WG, 50-100 cc/ha. Si persistiera la presencia de estos insectos, haciendo necesario otro control, se puede aplicar Engeo 24.7 SC, 100 - 150 ml/ha. Otra opción es aplicar Curacron 50 EC, en dosis de 1.0 l/ha o Rienda 21.2 EC, 1.0 l/ha (Tabla 15). Aproximadamente 15 días antes de la cosecha las plagas dejan de ser problema, por lo cual ya no es necesaria la aplicación nuevamente de insecticidas al cultivo (Cisneros Vera).

Tabla 15. Programa para el Control de las Plagas Comunes en el Cultivo de Arroz en la República Dominicana

Plaga	Insecticida/dosis*	Momento de aplicación
<i>Hydrellia</i> y <i>Sogata</i>	a) Actara 25 WG: 50-100 gr/ha b) Regent 20 SC, 125-150 cc/ha	Primeras 4-5 semanas después de la siembra/ trasplante
Gusanos	Rimon 10 EC: 300-400 cc/ha	Cuando sea necesario, según aparezcan las plagas
<i>Sogata</i> y hiedevivos	Curacron 50 EC, 1.0 l/ha	Fase vegetativa e inicio fase reproductiva
Hiedevivos	Actara 25 WG: 50-100 gr/ha	5-10% de floración
Hiedevivos (Otras opciones)	a) Curacron 50 EC, 1.0 l/ha b) Engeo 24.7 SC, 100 -150 ml/ha c) Rienda 21.2 EC, 1.0 l/ha	100% de floración y después

*El productor debe utilizar un solo insecticida a la vez. Otros insecticidas recomendados se presentan en la Tabla 27

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Es importante que el productor arrocero no aplique insecticidas piretroides u organofosforados en forma rutinaria, ya que por su amplio rango de acción también matan a los enemigos naturales de las plagas y a los agentes de control biológico como parasitoides, predadores y patógenos. Como consecuencia se producen los fenómenos de resurgencia de las plagas, las cuales se tornan más intensas y difíciles de controlar (Sigüeñas y Corman, 2002), incrementando los costos de producción.



Foto 60. Arañas

El productor tiene que proteger a las arañas, las Mariquitas (*Coccinella septempunctata*) y las libélulas (Anisoptera), entre otros insectos benéficos, conocidos como depredadores (Fotos 60, 61 y 62). Por la abundancia de los mismos, a la larga será beneficiado por la reducción de las aplicaciones de insecticidas y, obviamente, del costo final de producción.



Foto 61. Mariquita



Foto 62. Libélula

6. Control de enfermedades

Las enfermedades del cultivo de arroz empiezan a aparecer desde temprano. Sin embargo, su incidencia está relacionada estrechamente con las condiciones ambientales (humedad relativa alta, días lluviosos) y la reacción de las variedades a las mismas. En los primeros 30 días de cultivo, el arroz puede presentar ataques de Hoja blanca y de Piricularia en las hojas.

En el caso de Hoja blanca el control más efectivo se obtiene con el uso de variedades resistentes, pero las mismas no siempre están disponibles. Otra medida es aplicar insecticidas, preferiblemente de acción sistémica para el control del agente transmisor, la Sogata. Relativo a Piricularia en las hojas, no es necesario que el productor realice control preventivo de la misma, ya que a medida que avanza el ciclo, más tolerante se torna la planta. Pero de ser necesario realizar un control químico, puede aplicar Fuji One 40 EC, en dosis de 1.0 l/ha.

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

A mediados del ciclo de cultivo empieza a desarrollarse la enfermedad Añublo de la vaina (Rhizoctonia), a la cual todas las variedades locales son susceptibles. Por este hecho y por los daños que puede causar es conveniente que el productor realice controles preventivos, aplicando Duett 25 SC, en dosis de 1.0 l/1.5 ha, o Pulsor 24 SC, a 500 cc/ha. También puede aplicar Alto 10 SL, 500 cc/ha, o Amistar Xtra 400 cc/ha.

Poco antes de la floración (preñez alta) o al inicio de esta etapa, el productor debe realizar un segundo control preventivo de Rhizoctonia. Para estos fines puede utilizar Amistar Xtra, 400 cc/ha, o Indar 25 OF, 500 cc/ha. Otra opción es Taspas 50 EC, a 1.0 l/4 ha. Con estas aplicaciones se evita el acame de la planta provocado por dicha enfermedad.

Después de la floración en las regiones húmedas (Cibao Central, Nordeste y Bajo Yuna) el cultivo está expuesto al ataque de Piricularia y al manchado de grano. Para tales fines el productor puede prevenir la Piricularia aplicando Bim 75 WP, a 300 gr/ha. Para el manchado de grano puede utilizar Octave 50 WP, 1.0 kg/3 ha, o Dithane 60 SC, a 1.0-2.0 l/ha.

En el Noroeste esta aplicación sobre la panícula se recomienda siempre y cuando las condiciones ambientales sean favorables para el desarrollo de enfermedades fungosas. Después de 20 días de la floración el cultivo entra a la etapa de madurez y ya no está expuesto al ataque de enfermedades ni requiere cuidados especiales (Tabla 16).

Tabla 16. Enfermedades Comunes y Fungicidas Recomendados para su Control en el Cultivo de Arroz en la República Dominicana

Enfermedad	Fungicidas/dosis	Momento de aplicación
Hoja blanca	a) Actara 25 WG: 50-100 cc/ha b) Regent 20 SC: 125-150 cc/ha (Insecticidas para el control del agente transmisor)	Fase vegetativa
Piricularia en hojas	Fuji One 40 EC, 1.0 l/ha	Si aparecen los síntomas de la enfermedad
Rhizoctonia	a) Duett: 1.0 l/1.5 ha b) Pulsor 24 SC: 1.0 l/1.5 ha c) Alto 10 SL 500 cc/ha d) Amistar Xtra 400 cc/ha	Máximo macollamiento
Rhizoctonia	a) Amistar Xtra, 400 cc /ha b) Indar 25 OF: 500 cc/ha c) Taspas 50 EC, 1.0 l/4 ha	Preñez alta - 5% de floración
Piricularia en la panícula	Bim 75 WP, 300 gr/ha	Durante la floración, si hay condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad
Manchado de grano	a) Octave 50 WP, 1.0 kg/3 ha b) Dithane 60 SC, 1.0-2.0 l/ha	100% de floración y hasta 15 días después

" El productor debe aplicar un insecticida o fungicida a la vez

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

7. Fertilización

Las cantidades y tipos de fertilizantes que el productor arrocero debe aplicar dependen del análisis químico del suelo, de la variedad sembrada, de la época de siembra y la región. Nuestra experiencia nos indica que en primera etapa, con el actual manejo de cultivo, las variedades locales no responden a aplicaciones de N por encima de 150 kg/ha en ninguna de las regiones (Foto 63).



Foto 63. Aplicación de fertilizantes

En la segunda etapa los requerimientos máximos de N equivalen al 70% de lo aplicado en la primera. En la República Dominicana, los fertilizantes representan el 30% del costo total de producción del cultivo del arroz (Costo de producción del Departamento de Fomento Arrocero, 2008).

Sin embargo es muy importante que el productor establezca sus propios requerimientos a base del análisis de suelo. En caso de no tenerlo, el productor puede seguir las siguientes recomendaciones, basadas en los análisis de suelos realizados en diferentes regiones arroceras del país (Matsuya et al 2004) (Tabla 17):

Tabla 17. Cantidad de Fertilizantes Recomendadas en Ausencia de Análisis de Suelo para Diferentes Regiones de la República Dominicana

Región/zona	Dosis kg/ha*	
	Primera etapa	Segunda etapa y retoño
Cibao Central, Nordeste, Sur y Este	150-50-100 NPK	110-50-100 NPK
Noroeste	150-50-80 NPK + 10 Zn	110-50-80 NPK + 10 Zn
Nagua y Bajo Yuna	120-50-80 NPK	85-50-80 NPK

*Utilizar fórmulas compuestas (disponibles en el mercado), las cuales contienen tanto el Zn como el S necesarios.

El Fósforo (P) y el Potasio (K) pueden aplicarse en su totalidad antes de la siembra. Pero de no ser posible, se pueden aplicar fraccionados en dos momentos después de la siembra. En este caso se aplica el 75% del P en la primera aplicación y el 25% en la segunda. En cambio, del K se debe aplicar el 60% en la primera fertilización y el 40% en la segunda. Los requerimientos de P varían de 40-50 kg/ha, mientras que los de potasio están entre 80-120 kg/ha.

En caso de que los suelos presenten deficiencias de Zinc (Zn) o de Azufre (S), las mismas se pueden corregir con la aplicación de 6-10 kg/ha de Zn (15-30 kg/ha de sulfato de Zn), ó, 45 kg/ha de S (50 kg/ha de Azufre tigre 90 CR), respectivamente. Es conveniente que ambos elementos (Zn y S) se apliquen en una sola dosis antes de la siembra, o en los primeros 25 días después de la misma. El productor debe decidir este punto a su conveniencia (Tabla 18).

Pero también el Zn se puede aplicar en forma foliar, en caso de que el cultivo presente deficiencias del mismo. La aplicación de Basfoliar zinc 75%, en dosis de 0.50 - 0.80 l/ha, puede corregir las deficiencias de este nutriente. La aplicación debe hacerse en los primeros 20-25 días, para evitar que la planta sufra daños irreversibles.

Tabla 18. Momentos de Aplicación Recomendados de Diferentes Tipos de Fertilizantes para Variedades de Ciclo Intermedio (120-135 días)

No de aplicación	Momentos		Fertilizantes y fraccionamientos
	Siembra directa	Trasplante	
1ra	20-23 días después de la siembra	08-10 días después del trasplante	N (40%) P (75%) K (60%) Zn (100%)* S (100%)
2da	35-40 días después de la siembra	23-25 días después del trasplante	N (40%) P (25%) K (40%)
3ra	Inicio formación de la panícula	Inicio formación de la panícula	N (20%)

**En la región Noroeste se recomienda aplicar Zn antes de la siembra, si la semilla no fue tratada previamente*

El productor puede aplicar el N en forma fraccionada en dos (2) momentos. Sin embargo, dadas las actuales condiciones de las fincas arroceras, lo apropiado es que realice tres (3) aplicaciones. En la primera fertilización debe aplicar un 40% del total, 40% en la segunda y el 20% en la tercera.

El momento de la primera fertilización varía según el sistema de siembra. Por ejemplo, en siembra directa, la primera debe realizarse 18-22 días después de la siembra, u 8-10 después del trasplante.

Entre 15 a 18 días después de la primera fertilización se realiza la segunda, teniendo en cuenta el ciclo de la variedad. Así, mientras más corto sea el ciclo, más corta debe ser la frecuencia de aplicación. Independiente del sistema de siembra, la tercera fertilización hay que realizarla al momento de la diferenciación del primordio floral, aproximadamente 65 días antes de la cosecha.

Todos los fertilizantes se pueden aplicar en fórmulas individuales o compuestas. Para el productor lo más apropiado es utilizar estas últimas. Las mismas vienen balanceadas, son más económicas y evitan el trabajo de mezclar fertilizantes. Por tanto, es importante que antes de la siembra, el productor defina cuales serán sus fórmulas y las cantidades que aspira a aplicar. Pero, si tiene dudas para elaborar un adecuado programa de fertilización, puede asumir las siguientes recomendaciones diseñadas para todas las regiones y épocas de siembra (Tablas 19 a, b y c).

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Tabla 19 a. Fraccionamientos y Cantidad de Fertilizantes Recomendados para el Cibao Central, Nordeste, Sur y Este

No. aplicación	1ra etapa		2da etapa y retoño	
	Cantidad lb/ ta	Fórmula*	Cantidad lb/ ta	Fórmula*
1ra	35	24/10/20	30	20/12/20
2da	35	24/10/20	30	20/12/20
3ra	9	Urea	7	Urea
Dosis total kg/ha		150 -50-100 NPK		110 -50-80 NPK

* Pueden utilizarse otras fórmulas disponibles en el mercado, asegurándose de aplicar las dosis recomendadas

Tabla 19 b. Fraccionamientos y Cantidad de Fertilizantes Recomendados para la Región Noroeste

No. aplicación	1ra etapa		2da etapa y retoño	
	Cantidad lb/ ta	Fórmula*	Cantidad lb/ ta	Fórmula*
1ra	30 + 4	24-10-20 + Sulfato de Zn	30 + 4	20-12-20 + Sulfato de Zn
2da	30	24/10/20	30	20/12/20
3ra	30	Sulfato de amonio	15	Sulfato de amonio
Dosis total Kg/ha		150-50-80 NPK + 10 Zn		110-44-80 NPK + 10 Zn

* Pueden utilizarse otras fórmulas disponibles en el mercado, asegurándose de aplicar las dosis recomendadas

Tabla 19 c. Fraccionamientos y Cantidad de Fertilizantes Recomendados para Nagua y Bajo Yuna

No. aplicación	1ra etapa		2da etapa y retoño	
	Cantidad lb/ tarea	Fórmula*	Cantidad lb/tarea	Fórmula*
1ra	30	20/12/20	20	20/12/20
2da	30	20/12/20	20	20/12/20
3ra	10	Urea	8	Urea
Dosis total Kg/ha		120-50-80 NPK		85-50-80 NPK

* Pueden utilizarse otras fórmulas disponibles en el mercado, asegurándose de aplicar las dosis recomendadas

La fuente de nitrógeno en la tercera fertilización nitrogenada puede ser sulfato de amonio o úrea, según la región. Si es en el noroeste (suelos alcalinos), la fuente recomendada es sulfato de amonio y úrea en las demás regiones. Esto se explica porque los efectos acidificantes del sulfato de amonio sobre el suelo son mucho mayores que los producidos por la úrea (Chien, Gearhart y Collamer 2001). Por esta razón el sulfato de amonio está restringido en el Bajo Yuna y zonas con suelos con pH menor de 6.0.

Algo importante, sin embargo, es que el precio del N contenido en la úrea cuesta menos que el contenido en el sulfato de amonio, e incluso que el contenido en la sulfúrea. Las fuentes de los demás fertilizantes (P, K, S y Zn) se presentan en la Tabla 20.

Tabla 20. Principales Fuentes de los Fertilizantes Aplicados al Cultivo de Arroz

Elemento químico	Fuente	Concentración %
Nitrógeno	Urea	46
Nitrógeno	Sulfato de amonio	21
Nitrógeno	Sulfurea	31
Nitrógeno	DAP (fosfato diamónico)	18
Potasio	Cloruro de potasio	60
Fósforo	Superfosfato triple	46
Fósforo	DAP (fosfato diamónico)	46
Azufre	Tigre azufre 90 CR	90
Azufre	Sulfato de amonio	25
Azufre	Sulfurea	14
Zinc	Sulfato de Zinc	36

De cara al futuro inmediato los productores deben trabajar para mejorar la eficiencia de los fertilizantes aplicados. Con relación al N, en los Estados Unidos (Arkansas, Louisiana, entre otros Estados arroceros) han logrado este propósito al desarrollar su aplicación en suelo seco (Bollich et al, 2004), seguida de la inundación permanente. En el Brasil también se ha observado un incremento significativo en los rendimientos por la adopción de esta práctica (IRGA 2008). El sistema consiste en realizar la primera aplicación de N cuando el cultivo tiene 3-4 hojas, colocando el 60 - 70% del N total sobre suelo seco, justamente antes del establecimiento de la inundación permanente. El otro 40-30% lo aplican al final de la fase vegetativa, sobre lámina de agua.

Las fuentes de N que están utilizando en Estados Unidos son úrea y sulfato de amonio, dependiendo de la disponibilidad del agua de riego (Norman et al, 2008). Si es abundante utilizan úrea y en caso contrario, sulfato de amonio. La razón de esto se que cuando hay escasez de agua el N contenido en la úrea se volatiliza con mayor facilidad que el contenido en el sulfato de amonio.

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

En el país, esta práctica de aplicar la úrea en suelo seco puede funcionar, siempre y cuando el terreno permanezca encharcado hasta 15 días antes de la cosecha. Las investigaciones realizadas hasta el momento confirman el dato anterior.

8. Riego

Un adecuado suministro de riego le permite al productor estabilizar los rendimientos del cultivo, pues la lámina de agua favorece la nutrición, el control de malezas, de plagas y enfermedades, así como la eficiencia de los fertilizantes aplicados (Fotos 64 y 65) (Anexo 2). Los requerimientos de agua son relativamente bajos en la fase vegetativa, por lo cual el cultivo puede manejarse con riegos intermitentes (baños) que favorecen el macollamiento y las plantas crecen menos. Estos requerimientos aumentan durante la etapa de formación y desarrollo de la panícula. Lo ideal es que en esta etapa y durante la floración el cultivo se mantenga encharcado.

En siembra directa en suelo húmedo (semilla pregerminada) no es aconsejable regar la semilla sobre suelo recién fangueado, porque al asentarse el barro, puede ahogarla. También, al momento de la siembra el productor debe evitar que la parcela tenga charcos, porque el agua se puede calentar y matar la semilla. Después de la siembra directa el suelo debe mantenerse húmedo. Si el suelo se seca, agrietado y puede causar el rompimiento de las raíces de semillas recién germinadas, a la vez que permite la germinación de semillas de malezas enterradas (Blázquez, 2006).

El drenaje final del campo debe hacerse tomando en cuenta el desarrollo de los granos, las condiciones ambientales y la capacidad de retención de agua por parte del suelo (Tascón, 1985). Pero en general, entre 10-15 días antes de la cosecha se puede retirar el riego e iniciar los preparativos para la cosecha, la cual debe realizarse aproximadamente a los 30 días después de la floración.



Foto 64. Canal de Riego



Foto 65. Distribución Del agua de riego

Otras actividades de manejo de cultivo

a) Cosecha

El productor debe cosechar cuando los granos de la panícula tengan entre 22 y 24% de contenido de humedad, sin importar que el follaje de la planta esté verde. Si el arroz se cosecha con humedad por encima de 25% aparecen muchos granos yecosos e inmaduros que reducen la calidad del producto y por ende el precio de venta. En cambio, si la cosecha se realiza con humedad menor de 20%, los granos pierden peso y tienden a romperse durante el procesamiento en las factorías.

Normalmente el productor arrocero dominicano no utiliza equipos para determinar el contenido de humedad del grano y así establecer el momento de cosecha más apropiado. Lo que hace es observar el campo y basado en su experiencia determina cuándo debe cosechar. La recomendación nuestra es que inicie la cosecha cuando el arroz tenga el 85% de los granos color amarillo paja y el otro 15% de color amarillo verdoso. Si inicia la cosecha cuando todos los granos se ven de color amarillo paja, entonces con certeza los mismos tendrán un contenido de humedad por debajo del punto óptimo de cosecha (22-24%).

Algunas variedades maduran el grano manteniendo las hojas verdes (senescencia tardía), lo que puede aumentar la productividad del cultivo. Pero en la práctica, si las hojas están verdes, la cosechadora bota granos llenos junto con la paja. Estas pérdidas pueden ser considerables.

El proceso de cosecha de arroz en el país, aunque mecanizado, es también complejo por la cantidad de actividades involucradas (Fotos 66 al 70). Pero, afortunadamente, pocas veces el productor tiene problemas para recolectar el arroz en el momento que desee. En ese sentido, el número de cosechadoras (combinadas) que existen en el país parece ser apropiado.



Foto 66. Cosecha



Foto 67. Recogida en el campo



Foto 68. Acopio en las carreteras



Foto 69. Cargando camión

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos



Foto 70. Pesada en las factorías

Es muy importante que el productor evite cosechar con el terreno muy mojado. Por el contrario, debe tratar de realizar la cosecha con el terreno seco, lo cual le facilita tanto el acarreo del arroz como las actividades propias del retoño, si seguirá a continuación. Además, se pueden crear las condiciones para la siembra con cero o mínima labranza (Fotos 71 y 72).



Foto 71. Condiciones no aptas para cosechar



Foto 72. Condiciones ideales de cosecha

b) Retoño

El retoño es una modalidad de cultivo muy arraigada dentro de la cultura arrocera dominicana. Para que sea efectivo el productor debe manejarlo como una siembra convencional, pero como si fuera de segunda etapa. Debe tomar en cuenta que la variedad tendrá un ciclo vegetativo entre 25-35 días menos que en la cosecha previa (flor). En muchos países de la región creen que el retoño no requiere de cuidados especiales y no le dan el manejo convencional. Por esta razón, cuando hacen retoño, no consiguen buenos rendimientos y, en consecuencia, prefieren no realizarlo.

El rendimiento en el cultivo de retoño varía del 50 al 70% de la cosecha previa, dependiendo de la variedad y del manejo realizado. Pero, en muchos casos, se obtienen rendimientos por encima de 400 kg/ta (6,400 kg/ha).

En rigor, el retoño empieza desde la cosecha flor, lo que implica lo siguiente: 1) época de siembra apropiada, 2) buen control de malezas, de plagas y enfermedades, 3) adecuada fertilización, y 4) drenaje oportuno. Esto quiere decir que el productor debe establecer su cultivo planificando el subsiguiente retoño y realizar un manejo de cultivo que lo favorezca.

Si el terreno queda con muchas zanjas, producidas por las cosechadoras durante la recolección, lo mejor es desistir del retoño. El mejor retoño se establece cuando el arroz se recolecta con el terreno seco, que debe ser la aspiración de todos los productores.

El éxito del retoño está basado en los siguientes puntos:

- 1) Condiciones del terreno después de la cosecha
- 2) Altura de corte de los tallos
- 3) La variedad
- 4) La región
- 5) La disponibilidad de mano de obra.

Respecto a la altura de corte, la misma debe variar de 5 a 10 cm. Si los tallos se cortan muy arriba, se acelera la floración y se acorta el ciclo de la variedad, produciéndose mermas significativas en el rendimiento esperado. En los Estados Unidos se recomienda el corte de tallos entre 8-10 pulgadas (20-25 cm) (McCaully, 2009) y aunque se reportan buenos rendimientos, son menores que los registrados en el país. Posiblemente esta altura de corte de tallos en Estados Unidos sea una razón para que no consigan rendimientos similares a los nuestros.

Precisamente, el Dr. Tarpley (conversación personal, julio, 2009) confirma el argumento anterior, pues admite que los mejores rendimientos en retoño en el Estado de Texas, lo obtienen con altura de corte de 5 cm. Sin embargo, cuando cortan a esa altura alargan el ciclo vegetativo y exponen el cultivo a bajas temperaturas. Si esto llegara a ocurrir, los niveles de rendimiento se ven afectados drásticamente por efectos de dichas temperaturas durante la floración.

Para el corte de los tallos se pueden utilizar machetes, pero con éstos implementos no se consiguen cortes uniformes, a la vez que se requiere mucha mano de obra. Lo más prudente es que si el campo está seco, se utilicen chapeadoras motorizadas u otras acopladas a tractores, con las cuales se logra la uniformidad en el corte de tallos. Paralelamente se gana rapidez en la operación y se minimiza el uso de mano de obra.

En otras circunstancias, y si la cosecha flor se realiza con el suelo seco, el productor puede pasar rolos para planchar los tallos en vez de cortarlos (Foto 73). Con esto se provoca que los rebrotes inicien desde ras del suelo, que es lo mismo que ocurre con las chapeadoras. Sin embargo, nuestra recomendación es que para el corte de tallos se utilicen las chapeadoras, pues realmente realizan el mejor trabajo. Otra ventaja es que al recoger la paja, o quemarlas, se puede reducir la presencia de muchas plagas y enfermedades.



Foto 73. Rolo en actividades de retoño

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos



Foto 74. Chapeo con machetes



Foto 75. Cortes irregulares con machetes



Foto 76. Recogida de rastrojos



Foto 77. Recogida de rastrojos



Foto 78. Chapeo mecanizado



Foto 79. Chapeo mecanizado

Se reconoce que no todas las variedades tienen potencial para producir altos rendimientos en retoño. Las que mejor responden son aquellas de ciclo mayor de 130 días. En el país, Prosequisa 4 es la variedad más indicada para el retoño, principalmente en la región noroeste. Pero, también, con Juma 67 e Idiaf 1 se pueden conseguir buenos rendimientos. Variedades de ciclo menor de 120 días no se recomiendan para retoño.

La mano de obra es también vital para un buen retoño. La misma se utiliza para recoger los rastrojos que quedan después de la cosecha, los cuales se colocan sobre los muros para facilitar el necesario chapeo de los tallos. Si no hay suficientes obreros, lo aconsejable es que el productor utilice el rolo. Si tampoco puede pasar este instrumento, entonces lo mejor es no retoñar.

La secuencia general del proceso de corte de tallos y recogida de rastrojos, así como el inicio de los rebrotes, se presenta a continuación (Fotos 74 al 81):

El rendimiento del cultivo en retoño está estrechamente vinculado con la región. Por eso Prosequisa 4 alcanza su máximo potencial de productividad en la región noroeste, mientras que en el Bajo Yuna ocurre lo contrario. Lo ideal es que el productor realice doble siembra en las zonas húmedas y que limite el retoño para las zonas secas.

Entre 10-14 días después del corte de los tallos las yemas completan el proceso de rebrote, momento en el cual el productor debe realizar el control de las malezas. 1-2 días después de este control se efectúa la primera fertilización, aplicando todo el fósforo y potasio, el 70% del nitrógeno y el 100% del zinc y el azufre, si el suelo es deficiente de estos últimos elementos.

El riego debe ponerse inmediatamente se realice la primera fertilización y en lo posible el campo debe permanecer con lámina de agua hasta 10-15 días antes de la cosecha. En la segunda fertilización nitrogenada se debe utilizar el 30% restante, aplicado sobre una ligera capa de agua al momento de la diferenciación del primordio floral.

En general, la mayor limitante del retoño es la humedad del suelo durante la cosecha flor. Por el exceso de humedad las cosechadoras dejan muchas zanjas que se llenan de agua, de tal manera que se hace inviable retoñar.



Foto 80. Campo debidamente



Foto 81. Inicio de los rebrotes

Descripción de los fertilizantes aplicados en el cultivo de arroz

Nitrógeno

El nitrógeno (Foto 82) es el más importante de todos los nutrientes utilizados en el cultivo de arroz. El mismo proviene de la materia orgánica del suelo, de la atmósfera acarreado por las lluvias, de abonos orgánicos, fertilizantes minerales, o fijado en el suelo por microorganismos (León y Arregocés, 1985).

Las plantas con deficiencia de este elemento se ven raquíticas, con escaso macollamiento y con las hojas amarillentas (Perdomo, 1985). En cambio, cuando se aplica N en exceso la planta mayor disponibilidad de sustrato para el establecimiento y propagación de las plagas y enfermedades que la afectan, las panículas son pequeñas y se favorece el acame.



Foto 82. Urea (46% N)

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Para una correcta aplicación de este elemento se deben tomar en cuenta cuatro aspectos:

- 1) la eficiencia del N aplicado,
- 2) el contenido de materia orgánica del suelo,
- 3) la variedad cultivada y
- 4) la época de siembra.

La eficiencia del N varía con la variedad y con la época de siembra. En ese sentido y con buen manejo de cultivo, 1 kg/ha de N puede producir en promedio 25 kg/ha de arroz en cáscara en la primera etapa y 20 kg/ha en la segunda. Esto significa que la eficiencia de este elemento es más alta en la primera etapa que en la segunda. Por tanto una buena recomendación para el productor arrocero es que en esta última etapa aplique el 70% del N aplicado en la primera.

Relativo a la materia orgánica, mientras más bajo sea su contenido en el suelo, mayor será la cantidad de N que se aplique al cultivo. Por ejemplo, si un productor siembra una variedad cuyo potencial de rendimiento en primera etapa es de 8,000 kg/ha y el suelo contiene < 1.50% de materia orgánica, el rendimiento esperado sin ninguna aplicación de N está entre 2,500 a 3,000 kg/ha. Entonces, para lograr el rendimiento potencial, el productor necesita producir de 5,000 a 5,500 kg/ha adicionales, los cuales puede conseguir aplicando entre 200 y 220 kg/ha de N.

Asimismo, si el productor siembra la misma variedad y en la misma época, pero con un suelo cuyo contenido de materia orgánica es de 2.50 - 3.0%, el rendimiento potencial sin aplicaciones de N es de 5,000 a 6,000 kg/ha. Esto quiere decir que faltan de 2,000 a 3,000 kg/ha para llegar al rendimiento potencial y para lograrlo el productor debe aplicar de 80 - 120 kg/ha de N (Tabla 21).

En el Bajo Yuna y Nagua, los suelos tienen un contenido de materia orgánica superior o muy cercano a 3.0%. Esto significa que los productores de esas zonas deben aplicar menos cantidad de N para conseguir los rendimientos esperados. En dichas zonas, si se aplica N en exceso el cultivo tiende a vanearse, principalmente en la segunda etapa.

La eficiencia del nitrógeno aplicado junto o cerca de la siembra no pasa de 15%, mientras que la misma es superior al 30% cuando se aplica al inicio de la fase reproductiva. Esto se debe a que inicialmente las plantas tienen escaso desarrollo radicular y por tanto no pueden absorber ni aprovechar todo el N aplicado. Pero, también, el absorbido inicialmente se pierde en las hojas que mueren (León y Arregocés, 1985).

Tabla 21. Resultados de Análisis de Suelo y Recomendaciones para la Aplicación de los Diferentes Fertilizantes Utilizados en el Cultivo de Arroz

Contenido en el suelo	Cantidad a aplicar kg/ha	
Materia orgánica	N	Urea
> 3.0	80	174
2.5	120	261
2	160	347
1.5	180	391
< 1.0	200	435
Potasio Meq/100 g de suelo	Potasio	Muriato de potasio
0.15	90	150
0.2	80	133
0.25	60	100
Fósforo ppm	Fósforo	Superfosfato triple
< 10	40-50	87-109
Zinc ppm	Zn	Sulfato de zinc
3	6	17
2	8	22
1	10	30
Azufre ppm	Azufre	Azufre tigre 90 CR
< 12	30	33

Fósforo

El fósforo (Foto 83) es un nutriente rico en energía, íntimamente involucrado en la fotosíntesis. En los casos de deficiencia, las plantas se tornan raquíticas, no producen suficientes tallos, el sistema radicular se torna deficiente, las hojas se quedan angostas, cortas y de color verde opaco (Perdomo, 1985). El fósforo (P) afecta tanto el rendimiento como la maduración del grano de arroz (Asociación Gremial de Molineros de Arroz, AGMA, de Chile).

Dobermann y Fairhurst (2000) afirman que el fósforo (P) promueve el macollamiento, desarrollo de la raíz, floración temprana y la maduración de grano, por lo que las deficiencias ocasionan retrasos de la madurez hasta por una semana. En casos severos la floración puede ser incompleta, con mayor número de granos vanos o problemas con la mala calidad y el llenado de los mismos.



Foto 83. DAP (46% P)

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

El nivel crítico del contenido de P en el suelo es < 10 ppm. Sin embargo, la aplicación es necesaria en todos los suelos arroceros del país, en cantidades de 40 a 50 kg /ha. La inundación de los suelos favorece su disponibilidad. Es aconsejable que este elemento, a lo sumo se fraccione en dos momentos. En estos casos, la última aplicación no debe pasar de los 40 días después de la siembra. El P se puede aplicar conjuntamente con otros fertilizantes y se estima que el 70% absorbido se queda en los granos, un 15% en las estructuras vegetativas y un 15% retorna al suelo con las hojas muertas.

Potasio

El potasio (K) (Foto 84) tiene que ver con la difusión del CO₂, al intervenir en la apertura y cierre de las estomas. Es vital para la actividad de las enzimas, a la vez que mejora la eficiencia de otros fertilizantes aplicados. El suministro adecuado de potasio está relacionado con mayor tolerancia de la planta de arroz a plagas y enfermedades y al acame.

La deficiencia de K es causa de pobre viabilidad del polen y translocación tardía de carbohidratos, lo cual conduce a espiguillas estériles o granos vanos. También, el aumento de la incidencia de enfermedades, producidas por *Helminthosporium oryzae*, *Cercospora* spp., *Rhizoctonia solani*, *Sarocladium oryzae* y *Pyricularia grisea*, entre otras, está relacionado con las deficiencias de este elemento y a excesos de N (Dobermann y Fairhurst 2000).

Los requerimientos máximos de K son de 130 kg /ha. Sin embargo, para su correcta aplicación hay que tomar muy en cuenta el análisis de suelo y que su nivel crítico es < 0.20 meq/100 gramos de suelo (Flor 1985).

La respuesta del cultivo de arroz a aplicaciones de K es menos notoria que las de nitrógeno y fósforo. Sin embargo Dunn, Stevens y Beighley (2004) consideran que la metodología para evaluar la respuesta del arroz a aplicaciones de potasio no ha sido consistente. Dichos autores obtuvieron respuestas significativas en rendimiento con fertilización a base de potasio: con 0 kg/ha K₂O = 4,536 kg/ha de arroz cáscara; 56 kg/ha K₂O = 5,494 kg/ha de arroz y con 224 Kg/ha K₂O = 6,098 kg/ha de arroz.



Foto 84. Muriato de potasio (62% K)

Cuando el potasio es aplicado tarde en el ciclo vegetativo, es decir, próximo a la etapa de formación de la panícula, decrece su absorción lo mismo que los rendimientos del cultivo. Esto sugiere que las aplicaciones tardías de K no recuperan las pérdidas del rendimiento potencial en suelos deficientes de este nutriente (Pugh, DeLong y Slaton, 2004). Más del 90% del potasio aplicado se queda en las partes vegetativas de las plantas.

Zinc

En suelos con pH >7.0 es muy probable que se presenten deficiencias de Zinc (Zn) y en esos casos los primeros síntomas empiezan a observarse de 2 a 4 semanas después de la siembra. El nivel crítico de Zn es de 3 ppm, es decir, que por debajo de este nivel habrá deficiencias del mismo (Tablas 22 y 23). Cuando se presentan deficiencias, las hojas se tornan blanquecinas en la nervadura central y se retrasa la madurez del cultivo y si son severas, la planta muere.

Comúnmente las deficiencias de zinc están relacionadas a suelos alcalinos, entre otros tipos de suelo, que se agravan cuando se aplican altas dosis de nitrógeno y fósforo (IRRI 1985). También se pueden presentar deficiencias en suelos recién nivelados, pues este elemento se encuentra en los niveles superficiales del suelo. Por el contrario, en suelos con alto contenido de materia orgánica en el suelo, es poco probable que se presenten deficiencias de Zn.

Es importante que antes de sembrar el productor determine si su suelo posee deficiencias de Zn. De ser así, debe corregirlas lo más temprano posible.

Azufre

El azufre (S) es un nutriente muy recomendable para todos los tipos de suelo, principalmente en los alcalinos, pues les sirve como enmienda. Las deficiencias de este elemento se parecen mucho a las producidas por el nitrógeno, pues las hojas adquieren la misma coloración. La fase crítica del cultivo es la vegetativa. Por tanto, las deficiencias deben ser corregidas temprano, tomando en cuenta que en suelos bajo inundación el azufre disminuye por los procesos de reducción, ante la ausencia de oxígeno (Bravo, 2006).

En suelos con alto contenido de materia orgánica no se esperan deficiencias de azufre, siendo su nivel crítico < 12 ppm (Flor, 1985). Las dosis normales de aplicación fluctúan de 15 a 30 kg/ha y se pueden utilizar fuentes como sulfato de amonio (24%), azufre tigré 90 CR (90%) o sulfúrea (14%).

Tabla 22. Niveles Críticos de los Fertilizantes Utilizados en el Cultivo de Arroz

Elemento químico	Nivel crítico	Expresión
Potasio	< 0.20	Meq/100 g suelo
Fósforo	< 10	ppm
Zinc	< 3	ppm
Azufre	< 12	ppm

Fuente: Tascón y García. 1985. En: Arroz: Investigación y producción

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Tabla 23. Condiciones en los Suelos que Favorecen la Deficiencia y/o Toxicidad de los Fertilizantes

Elemento químico/problema	Deficiencia	Toxicidad
Nitrógeno	Suelos con poca materia orgánica	
Fósforo	Suelos ácidos	
Potasio	Suelos arenosos	
Zinc	Suelos alcalinos	
Hierro		Suelos ácidos inundados
Salinidad		Suelos inundados en zonas áridas, suelos alcalinos en zonas secas (de alta evapotranspiración)

Fuente: Tascón y García. 1985. En: Arroz: Investigación y producción. 1985

Salinidad



Foto. 85. Daños causados por la salinidad



Foto 86. Muerte de plántulas por efectos de la salinidad

Los problemas de salinidad están asociados a condiciones de pH alto y son causados por la acumulación en exceso de sales solubles en el suelo. Los suelos salinos se caracterizan por la presencia de costras blancas de sal sobre la superficie del suelo y en términos generales, la salinidad aparece tanto en áreas costeras como en regiones áridas y semiáridas. En estas últimas regiones, la evapotranspiración es muy alta, lo que a su vez produce un movimiento ascendente del agua que da lugar a la acumulación de sales en la zona radical (FAO, 2009).

Los síntomas principales son el enrollamiento y blanqueamiento de las hojas superiores, bronceamiento de las más viejas y la reducción del crecimiento y macollamiento (IRRI, 1984). En casos severos las plantas mueren (Fotos 85 y 86). La mayor tolerancia de la planta a la salinidad se presenta en la etapa de germinación, mientras que la más sensible es la etapa de 2-4 hojas. La tolerancia aumenta a medida que la planta se desarrolla. Pero también la tolerancia depende de la variedad cultivada.

La salinidad es muy común en la región noroeste del país, principalmente en suelos de reciente incorporación al cultivo de arroz. Se reconoce que hay problemas de salinidad cuando la conductividad eléctrica del extracto satura-

do es superior a 4.0 mmhos/cm a 25°C (Tabla 24) (FAO 2009). El uso de abundante agua de riego, asociado a un buen sistema de drenaje, es la mejor manera para lavar los suelos y permitir que el cultivo se desarrolle satisfactoriamente.

Tabla 24. Relación entre la Conductividad Eléctrica del Extracto Saturado y la Salinidad de los Suelos Arroceros

Conductividad eléctrica mmhos/cm	Nivel de salinidad	Desarrollo del cultivo
0 – 4.0	Normal	Normal
4.0 – 6.0	Ligera	Síntomas visibles
6.0 – 16.0	Moderada	Síntomas muy visibles, reducción del crecimiento y macollamiento
> 16.0	Fuerte	Muerte de las plantas y reducción drástica de la población

Abonos foliares

Los abonos foliares pueden ser útiles para corregir deficiencias de micronutrientes, no sustituyen las aplicaciones tradicionales de NPK. También su uso puede ser apropiado cuando el cultivo presenta efectos tóxicos en las hojas, causados por malas aplicaciones de plaguicidas. Una ventaja de este tipo de productos es que tienen efectos inmediatos sobre el follaje de la planta y por tanto llevan tranquilidad a los productores.

En condiciones normales el cultivo de arroz no ofrece respuesta significativa en rendimiento a los abonos foliares, por tanto su uso no es necesario bajo condiciones normales. Sin embargo, si el productor desea utilizarlos, lo puede hacer. Si son bien manejados, en ningún caso le causarían problemas.

Malezas en el cultivo de arroz

Las malezas compiten por nutrientes, agua, luz y espacio y tienen la capacidad para producir graves daños si no son controladas oportunamente. Las malezas se clasifican en diferentes tipos, tales como gramíneas, ciperáceas y de hojas anchas (Tabla 25). Hasta el momento el uso de herbicidas es la mejor manera que existe para su control. Los herbicidas deben aplicarse en pre emergencia, o cuando las malezas tengan 3 hojas, o un máximo de 4.

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Tabla 25. Malezas Comunes en el Cultivo de Arroz en la República Dominicana*

Nombre científico	Nombre común
Gramíneas	
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Tumba crédito, Semilla de María
<i>Echinochloa colona</i>	Pie de gallo
<i>Ischaemun rugosum</i>	Popa
<i>Leptochloa filiformis/scabra</i>	Flor morá
<i>Oryza sativa</i>	Arroz rojo, flechú, no me tope
Ciperáceas	
<i>Fimbristylis miliácea</i>	Pelo de mico
<i>Cyperus ferax</i>	Cortadera
<i>Cyperus iria</i>	Brillosa
Hojas anchas	
<i>Eclipta alba</i>	Botoncillo
<i>Heteranthera reniformis</i>	Patico
<i>Commelina diffusa</i>	Suelda con suelda
<i>Ludwigia sp</i>	Clavito

*Adaptado de Rosario y Moquete 2002

Descripción de las principales malezas

1. Gramíneas

Las gramíneas son el grupo de malezas que mayores daños causan al arroz en todo el mundo. Algunas se confunden con el cultivo en sus estadios iniciales, lo que dificulta su control a tiempo. Tienen distintos hábitos de crecimiento, aunque generalmente son erectas, con nudos y entrenudos.



Foto 87. *E. crus-galli* (Semilla de María)

a) *Echinochloa crus-galli*

E. crus-galli es conocida, tanto como "Semilla de María", como "tumba crédito" (Foto 87). Este último nombre surge por los graves daños que causa al cultivo de arroz. Esta maleza es de porte erecto y puede crecer hasta 2.0 m, con raíces gruesas, tallos fuertes y elásticos. Su propagación es por semillas. Las espiguillas son elípticas y puntiagudas y ligeramente aristadas. Tiene mucho vigor y gran capacidad de macollamiento y en sus primeros estadios de crecimiento se confunde con el arroz, principalmente en siembra directa (IRRI, 1984). Compite favo-

rablemente con el cultivo, por lo cual se recomienda que su control se realice antes de que tengan 4 hojas. La *E. crus-galli* es hospedera de hiedevivos, insectos que realmente se sienten a gusto al alimentarse de las espigas de esta maleza.

b) *Echinochloa colona*

Esta maleza es conocida como "pie de gallo". Junto a la *E. crus-galli* son las malezas de mayor importancia económica en el cultivo de arroz en la República Dominicana. La *E. colona* (Foto 88) es un pasto anual que puede alcanzar altura superior a los 70 cm y que puede emitir raíces en los nudos inferiores. El tallo es aplanado, las hojas son glabras (lisas) de 25 cm de largo y 3-7 mm de ancho. La inflorescencia es de color verde a púrpura en una panícula ascendente de 6 a 12 cm de largo con 4-8 racimos cortos, simples y compactos. Las espiguillas son ovoides y agudas, de 2-3 cm de largo y agrupadas en 4 hileras a lo largo del racimo y con frecuencia presentan arista larga, de más de 1 cm de largo. El fruto es una cariópse elíptica y su propagación es por semilla (IRRI, 1984).



Foto 88. *E. colona* (Pie de gallo)

c) Arroz rojo (*Oryza sativa*)

El arroz rojo es un tipo especial del cereal que recibe este nombre por el color del grano descascarado, que varía desde rojo intenso a rosado (Foto 89). Sin embargo, el color rojo solamente cubre el pericarpio, conservando el endospermo su color blanco. Pertenecce a la misma especie y género de las variedades comerciales, con las cuales se puede cruzar de forma natural. Es decir, que sus características morfológicas y fisiológicas son similares a las que tienen las plantas cultivadas (Montealegre y Vargas, 1992). Localmente el arroz rojo es conocido como "flechú", "no me tope", entre otros nombres vulgares.

Al arroz rojo se le considera una maleza nociva por la dificultad de control con los herbicidas selectivos al cereal. El grano posee larga latencia, pudiendo permanecer viable en el suelo por mucho tiempo (Domínguez, 2003). Los granos del arroz rojo se desgranar fácilmente antes de la maduración completa, lo que favorece su multiplicación y permanencia en el campo.

En la actualidad existe mucha variabilidad de arroces rojos; hay altos, de porte bajo, de colores diferentes, con o sin arista, de ciclo precoz a intermedio. Los daños que causan son severos, ya que al no diferenciarse inicialmente del cultivo, reciben el mismo manejo y por tanto crecen bien nutridos. A nivel de semillas la presencia de arroz rojo es el problema de mayor peso, mientras que en la industria molinera su presencia reduce la calidad del producto final.



Foto 89. Arroz rojo (flechú)

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Los principales factores que contribuyen a la infestación de los campos con arroz rojo son los siguientes (Montealegre y Vargas, 1992):

- a) Uso de semilla no certificada
- b) Siembra directa y sin rotación de cultivo
- c) Deficientes medidas preventivas
- d) Deficientes prácticas culturales
- e) Dificultad de control químico

La rotación de cultivo es posiblemente la manera más eficaz de reducir la infestación de los campos con arceses rojos. También la siembra por trasplante y la siembra con cero o mínima labranza son otras medidas efectivas contra esta maleza.

d) *Leptochloa filiformis*

Es una maleza de mucha importancia y se le conoce como "flor morá" (Foto 90). En sus estadios iniciales se confunde perfectamente con el arroz, lo cual dificulta su control. Es un pasto anual, cuya altura va desde 40 a 80 cm. Los tallos son delgados, erectos y pocos ramificados. La inflorescencia es tipo panícula, de color mora, formada por numerosos racimos delgados. Se propaga por semillas. Se adapta bien a ambientes secos y húmedos, pero no inundados. Otra especie de *Leptochloa*, *L.scabra*, se adapta mejor a la humedad permanente (Tascón y Fischer 1997).



Foto 90. *Leptochloa filiformis* (Flor morá)

Otra maleza gramínea de importancia es *Ischaemum rugosum*, conocida como Popa. Es una especie perenne, de crecimiento erecto, altura entre 0.40-1.0 m. Es muy común en los suelos húmedos, incluyendo los arrozales. En la actualidad es una maleza de mucha importancia en el Bajo Yuna.

Otra maleza gramínea de importancia es *Ischaemum rugosum*, conocida como Popa. Es una especie perenne, de crecimiento erecto, altura entre 0.40-1.0 m. Es muy común en los suelos húmedos, incluyendo los arrozales. En la actualidad es una maleza de mucha importancia en el Bajo Yuna.

2. Ciperáceas

Las ciperáceas representan el segundo grupo en importancia entre las malezas del cultivo de arroz. Se caracterizan por tener tallos triangulares, que no poseen nudos ni entrenudos. Su potencial de daños es importante, pero menor que las gramíneas. Poseen efectos alelopáticos sobre el arroz, por lo cual es muy importante que el productor las controle en forma efectiva.



Foto 91. *C. iria*

a) *Cyperus iria*

Esta maleza se conoce como "brillosa" (Foto 91). Es una planta anual de 20 a 60 cm de alto, con tallos triangulares. Su inflorescencia es una umbrela compuesta y el fruto es un aquenio de color café amarillo y su reproducción es por semillas. Esta maleza se desarrolla bien bajo condiciones de alta humedad en el suelo. Su control debe hacerse temprano, con herbicidas definidos para estas malezas, disponibles en el mercado.

b) *Fimbristylis miliacea*

Esta maleza es una de las más comunes en el cultivo de arroz, cuyo nombre común es "pelo 'e mico" (Foto 92). Es una planta anual, erecta, densa y de 20 a 70 cm de alto. El tallo es débil, aplanado en la base y tiene 4-5 ángulos fuertes en la punta. El tallo a la floración es de 0.5 -1.5 mm de grueso y lleva 2-4 brácteas desiguales que son más cortas que la inflorescencia. Las hojas basales tienen hasta 35 cm de largo y 1.0 - 2.5 mm de ancho, con vainas que la cubren ampliamente. Las hojas de los tallos tienen la lámina muy corta.



Foto 92. *Fimbristylis miliacea* (pelo de mico)

La inflorescencia es una umbrela simple o compuesta de 6-8 cm de largo y de 2.5-8.0 cm de ancho. Las espiguillas son aisladas y numerosas, globulares de color café o paja y de 2.0 - 2.5 mm de diámetro. El fruto es un aquenio con 3 ángulos, de color marfil pálidos a café, 0.5-1.0 mm de largo y 0.75 mm de ancho, con 3 ejes bien marcados en cada lado. La propagación es por semilla (Tascón y Fischer 1997).



Foto 93. *C. ferax*

Otra maleza de importancia dentro de las ciperáceas es *Cyperus ferax*, conocida como "cortadora" (Foto 93). Se comporta en forma similar que la *C. iria*, por lo cual no ofrece distintos problemas a los productores.

3. Hojas anchas

Este tipo de malezas no produce daños significativos al arroz, a pesar de su alta incidencia en algunos casos. Son poco agresivas y su peso seco es bajo, lo cual reduce su potencial competitivo.

a) *Eclipta alba*

"Botoncillo" es el nombre común de *Eclipta alba* (Foto 94). Es una planta herbácea anual, con hojas alternas, vellosas y raíz pivotante. El tallo alcanza unos 88-90 cm, es erecto y ramificado en la base. También posee tallos decumbentes que pueden enraizar en los nudos. Las flores son marginales de color blanco (Tascón y Fischer, 1997). Abunda en los arrozales, pero no tiene la capacidad competitiva de las gramíneas ni de las ciperáceas. Se controla fácilmente con herbicidas; lo mismo ocurre cuando se realizan desyerbes manuales.



Foto 94. *Eclipta alba*

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

b) *Ludwigia* sp

Se conoce como "Clavito" (Foto 95). Es una maleza anual, con frecuencia arbustiva. De tallos erectos, glabros, leñosos, ramificado y puede llegar hasta 1 m. Las hojas son alternas y de pecíolos cortos. Las flores son tubulares, amarillas, solitarias y axilares. El fruto es una cápsula de tamaño variable según la especie y se propaga por semilla (Tascón y Fischer, 1997).



Foto 95. *Ludwigia* sp

Con frecuencia los productores tienen dudas sobre cuáles herbicidas utilizar y en ese sentido, la respuesta es que aquellas malezas que le causaron problemas la cosecha anterior, serán las mismas con las cuales lidiará en su próxima siembra. Por tanto, este conocimiento debe ser la guía para una selección adecuada de los herbicidas (Tabla 26).

Tabla 26. Herbicidas para el Control de Malezas en el Cultivo de Arroz en República Dominicana

Herbicidas	Dosis	Descripción
Graminicias		
Aura 20 EC	800 cc /ha	Herbicida Ciclohexanona Profoxidim, sistémico, post emergente para el control de malezas gramíneas. Actúa a nivel de los cloroplastos interfiriendo la acción de la enzima Acetil-CoA-carboxilasa, deteniendo el crecimiento y muerte de las malezas susceptibles. Aura debe ser aplicado con el coadyuvante Dash HC. Para una correcta actividad es importante que el suelo tenga buena humedad y malezas gramíneas en activo crecimiento. Aplicarlo cuando el arroz tenga 4 hojas, por lo menos.
Clincher 18 EC	1.5- 2.0 li/ha	Herbicida ariloxifenoxi Cyhalofop de acción sistémica para el control de malezas gramíneas en post emergencia. Es absorbido por el tallo y el follaje de las plantas. Tiene alta selectividad al arroz y se puede aplicar en cualquier etapa del cultivo.
Facet 25 EC	1.2-1.4 l/ha	Herbicida Carboxílico Quinclorac de acción sistémica para el control de malezas gramíneas. Es mejor aplicarlo en malezas de 1-3 hojas (12-16 días después de la siembra o trasplante). Las malezas lo absorben por las raíces y por vía foliar. No se debe mezclar con herbicidas hormonales como 2-4-D, Atril DS, etc. Siempre debe aplicarse con DASH HC.
Furore 14.5 EC	1.0-1.3 l/ha	Furore: Fenoxi Carboxílico (Fenoxaprop-p-aryl Ethyl) es un herbicida sistémico cuya acción se localiza en los centros de crecimiento, afectando los tejidos meristemáticos del eje de los tallos. En siembra directa debe aplicarse desde los 18 días después de la siembra hasta los 25. En trasplante se puede aplicar a los 12-20 días después del mismo. En retoño su aplicación debe realizarse a los 15-30 días después del chapeo de los tallos.

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Nominee 40 EC	125 cc/ha	Herbicida Pyrimidinyl Carboxy sistémico de amplio espectro que controla malezas en post emergencia. Es compatible con herbicidas pre-emergentes, funguicidas e insecticidas comúnmente utilizados en arroz. Debe aplicarse con surfactantes no iónicos.
Propatox 36 EC	6.0 li/ha	Herbicida Propanil que actúa por contacto, controla malezas gramíneas en post emergencia, inhibiendo los procesos fotosintéticos en las células de las plantas susceptibles.
Starice 6.9 EC	1.2 l/ha	Herbicida fenoxicarboxílico de acción sistémica para el control de malezas gramíneas en post emergencia. Es absorbido por el tallo y el follaje de las plantas. Tiene alta selectividad al arroz y se puede aplicar en cualquier etapa del cultivo.
Cipericidas		
Basagran 48 SL	2.0 – 3.0 li/ha	Basagran (Bentazon) es un herbicida de contacto que actúa bloqueando
		la fotosíntesis de las malas hierbas. Su materia activa, bentazona, es absorbida por las hojas y transportada por la planta. Se puede aplicar en cualquier estado de desarrollo del cultivo. Para obtener un control temprano de malezas, aplicarlo alrededor de 15 a 25 días después de la siembra. Antes de la aplicación, vaciar los cuadros e inundarlos 24 a 48 horas después de la aplicación.
Estalion 13.75 WG	240-280 g/ha	Herbicida Sulfonilurea Ethoxisulfuron, Iodosulfuron, que posee acción sistémica en post emergencia para el control de un amplio espectro de malezas ciperáceas y de hoja ancha. Su acción más importante es el bloqueo de la biosíntesis de los aminoácidos, inhibiendo la producción de la enzima acetolacto-sintetasa. Se puede aplicar desde la emergencia hasta los 35 días después de la misma.
Sirius 10 WP	250 gr /ha	Herbicida Pyrazosulfuron-etil, de acción sistémica, bloquea la biosíntesis de aminoácidos, lo que paraliza el crecimiento de las malezas y posteriormente su muerte. Es selectivo al arroz y controla eficientemente malezas ciperáceas y de hoja ancha en pre y post emergencia (6 a 15 días después de germinado el arroz). Nunca se debe mezclar con herbicidas hormonales y evitar la deriva porque puede causar fitotoxicidad en otros cultivos. Posee buena compatibilidad con herbicidas del tipo propanil.
Skol 60 WG	70-80 gr/ha	Skol (Ethoxysulfuron) es un herbicida sistémico absorbido raíces, tallos y hojas de las malezas, bloqueando la síntesis de aminoácidos e inhibiendo la actividad enzimática. Su efecto se observa entre los 6-10 días después de la aplicación. En siembra directa se puede aplicar desde los 5 días hasta los 35, mientras que en trasplante se puede aplicar tanto pronto como este se termine de hacer hasta los 25 días siguientes.
Hojas anchas		
Affinity 10 EC	100 - 125 cc	Herbicida carfentrazone, selectivo al arroz, contundente contra Frimbrystilys y Conmelina.
Actril DS 70 EC	0.5-0.7 l/ha	Herbicida fenoxiacético 2, 4, D, loxyynil, utilizado para el control de malezas de hoja ancha en post emergencia. Actúa por contacto.
Ally 60 WG	7-10 gr /ha	Herbicida Sulfonilurea, Metsulfuron Methyl, de acción, sistémica, absorbido por las raíces y follaje. Actúa inhibiendo la división celular en los meristemos, pero también inhibe el crecimiento.

Sección VIII: Manejo del Cultivo

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Preemergentes		
Herbadox 40 EC	3.0 litros/ha	Herbicida del grupo de las Pendimentalina, con acción residual, muy selectivo al arroz. Controla eficazmente malezas anuales de hojas anchas y gramíneas.
Machete 60 EC	3.3 - 4.1 L/ha	Herbicida Cloroacetamida Butachlor, que se utiliza como pre emergente para el control de malezas gramíneas, comelináceas y ciperáceas. El Butachlor inhibe diversos procesos bioquímicos, como son la división y elongación celular, la síntesis de proteínas y lípidos, entre otros. Es muy selectivo y el momento de aplicación es cuando el arroz tenga tres hojas en siembra directa y a partir de 5 días después del trasplante.
Orysa 70 WG	0.057 kg/ha	Herbicida Ditiocarbamato de alta selectividad que mata las malezas por la inhibición de la formación y elongación de los tallos y hojas. Tiene excelente control E. crusgalli y puede aplicarse desde la preemergencia hasta el estado de 2 hojas de las malezas.
Prowl 400 EC	3.3 - 4.1 L/ha	Prowl® 400 EC (Pendimentalina) Corresponde al grupo de las dinitroanilinas que inhiben el proceso de división y elongación celular, afectando el ensamble del microtúbulo. Posee acción sistémica al ser absorbido por las raíces y hojas. Es selectivo al arroz. En post emergencia puede utilizarse en mezcla con herbicidas a base de propanil. Para ampliar el efecto sobre malezas ciperáceas y de hoja ancha, puede mezclarse con herbicidas como Sirius® y hormonales de uso común en este cultivo. Es similar al Herbadox 40 ec.
Rifit 50 EC	2.0-2.5 l/ha	Herbicida del tipo acetanilida con acción residual selectivo al arroz. Se puede aplicar inmediatamente después del trasplante para el control de malezas gramíneas, ciperáceas y hoja ancha.
Saturno 90 EC	3.5 li/ha 0.4-0.5 l/ha en preemergencia mezclado con propanil	Herbicida Thiobencarb de acción sistémica que controla un amplio espectro de ciperáceas y malezas de hoja ancha. Su acción más importante es el bloqueo de la biosíntesis de aminoácidos. El producto se absorbe por las hojas y se transloca a la planta donde inhibe la producción de la enzima acetolacto-sintetasa.
Weedmaster 46.5 SL	Solo: 1.0-1.2 l/ha	Herbicida Dicamba, sistémico para el control de malezas ciperáceas y hojas ancha en post emergencia. Su modo de acción es por contacto.

Fuente: Recopilación del autor.





Sección IX: Plagas y Enfermedades

Sección IX:	
Plagas y Enfermedades	97
Descripción de las plagas y enfermedades más importantes en el cultivo de arroz.	98
1. Plagas	98
2. Enfermedades del cultivo de arroz	105

Descripción de las plagas y enfermedades más importantes en el cultivo de arroz

El arroz es atacado por diversas plagas y enfermedades, desde el inicio de la siembra hasta poco antes de la cosecha. Tanto las plagas como las enfermedades van cambiando de acuerdo con la etapa de cultivo, por lo cual el productor debe estar consciente de estos cambios para realizar un eficiente control de ellas. Dentro del costo de producción del cultivo, el control de las plagas y enfermedades representa del 6 al 7% del costo total (Costo de producción del Departamento de Fomento Arroceros, 2008).

1. Plagas



Foto 96. Monitoreo de plagas

Una consideración importante para el control de plagas es que éstas tienen enemigos naturales (benéficos) a los cuales hay que proteger y en ningún caso eliminar con el uso indiscriminado de plaguicidas. La clave del control de plagas radica en la correcta identificación de las mismas mediante monitoreos periódicos (Foto 96), del conocimiento de su umbral de daños económicos y de la selección del insecticida (caracolcida o raticida) adecuado.

a) Ratas

Las ratas comen plantas de arroz desde la siembra hasta la cosecha. En la siembra directa durante la germinación de la semilla causan severos daños que obligan al productor a resembrar las áreas afectadas. Las ratas se alimentan de la base de las paniculas jóvenes y pueden cortar los tallos para comerse los granos cuando estos empiezan a llenarse. Los daños son irreversibles y significativos si ocurren en las fases tardías de desarrollo. No obstante, el cultivo puede recuperarse si los daños se presentan durante la fase de crecimiento activo, ya que la planta puede formar nuevas macollas.

El retoño ha contribuido a agudizar y complicar el control de las ratas, al prolongar su permanencia en las áreas de cultivo. Los productores por su parte tratan de controlar las ratas por eliminación física, es decir matándolos. Sin embargo, este no es el mejor control. El mejor es la erradicación de los espacios que permitan su reproducción o su alimentación. Asimismo, se recomienda realizar controles previos antes de la siembra; de esta manera se pueden minimizar los daños iniciales.

b) Caracoles

El caracol acuático, *Ampularia canaliculata* (Foto 97) produce grandes daños al cultivo, pues es capaz de consumir desde arroz recién germinado hasta plántulas completas durante el trasplante. En general, los daños son severos en los primeros 20 días después de la siembra, principalmente en la directa. Dichos daños son irreversibles y se pueden ver aún en la fase final del ciclo del cultivo (Foto 98). La nivelación inadecuada del terreno y consecuentemente la formación de charcos favorecen su proliferación.

Un caracol de 3 cm de altura y con un peso de 22 gr puede consumir diariamente 32 plántulas en el estado de 2-4 hojas, mientras que una población de 40 caracoles/m² consume el 60% de las plántulas (Rosario y Moquete, 2006). Aunque no es común observar daños después de los 40 días, los caracoles permanecen en los lotes alimentándose de las malezas jóvenes y de las germinaciones de arroces voluntarios.

El caracol deposita sus huevos en masa sobre el suelo, en los tallos de las plantas de arroz o en otras especies vegetales vecinas. Son de color rosado y pueden ser vistos durante todo el año (Foto 99). A nivel de laboratorio se ha observado que una hembra puede poner desde 1,316 a 10,869 huevos (promedio de 4,506), distribuidos en 8 a 57 masas de huevos (Estebenet y Martín, 2002).

Esta plaga tiene una alta tasa de reproducción, pero también puede venir con el agua de riego. Las aves ejercen un gran control del caracol, principalmente en el noroeste, donde hemos observado casi un 100% de depredación a lo largo del ciclo del cultivo (Foto 100). Pero como los daños ocurren muy temprano se hace necesario el uso de productos químicos para su control.

Otro método efectivo es drenar el campo después de la siembra, pero en general los mejores controles se obtienen cuando estos se realizan antes de la misma.



Foto 97. *Ampularia canaliculata* (Caracoles)



Foto 98. Daños de caracoles (acumulados)



Foto 99. Huevos de caracol



Foto 100. Caracol totalmente depredado

Sección IX: Plagas y Enfermedades

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos



Foto 101. Adulto de Hydrellia



Foto 102. Huevos de Hydrellia



Foto 103 Larva de Hydrellia



Foto 104. Daños causados por Hydrellia

c) Hydrellia

Hydrellia se conoce como la mosca minadora del arroz, cuyo color va desde café a verde oliva (Fotos 101 al 104). La mosca adulta mide 2 mm de largo y deposita sus huevos individuales en la lámina foliar. Los huevos son alargados, de color blanco-crema y para su eclosión necesitan alta humedad relativa (80-90%), influenciada por la densidad de siembra. Las moscas también ponen sus huevos en las malezas gramíneas presentes en el cultivo (Jaramillo, 2007). Cuando la larva sale del huevo empieza a minar las márgenes internas de las hojas, alimentándose de las hojas en desarrollo. La larva puede empujar en la misma hoja donde se encuentra o migrar a otro sitio creando una nueva mina (IRRI, 1984).

El daño típico causado por la *Hydrellia sp* es la degeneración del tejido a lo largo de las márgenes internas de las hojas que empiezan a brotar. Los daños comienzan desde el estado de plántulas hasta el máximo macollamiento, es decir durante los primeros 30-40 días de cultivo. La mosca causa los mayores daños cuando los campos están inundados. Las minas o galerías en las hojas son los síntomas típicos de los ataques de la plaga, que inicialmente son blancas pero luego se tornan amarillas. En casos extremos ataques pueden observarse en las vainas, causando disminución hasta de un 60% de la población, reducción del macollamiento, alargamiento del ciclo e irregularidad en la floración.

Como medidas preventivas se sugiere un buen control de malezas, buena nivelación y el drenaje de los campos por 2-3 días. En casos más graves se deben utilizar insecticidas. Pero también la *Hydrellia sp* tiene enemigos naturales como las avispas (*Chorebus aquaticus* y *Opius hydrelliae*), que les parasitan huevos y larvas y en consecuencia son útiles para bajar su población (Jaramillo 2007). El tratamiento de la semilla con insecticidas antes de la siembra es una medida muy efectiva para reducir los daños causados por esta plaga.

Ciclo de vida de Hydrellia

El ciclo de vida de este insecto es de cuatro semanas, dividido de la siguiente manera: huevos 4 días, larvas 7 días, pupa 10 días, adultos 7 días en las hembras adultas. Los machos adultos apenas viven 3 días (González y Castillo, 2003).

d) Sogata

La Sogata, *Tagosodes orizicolus* Muir (Foto 105), causa dos tipos de daños a la planta, uno directo al alimentarse del floema y mesófilo y otro indirecto por la transmisión del virus de la Hoja blanca (Triana et al, 2003). Durante su alimentación el insecto va saltando de hoja en hoja y de esa manera va transmitiendo el virus. Sin embargo, la Sogata casi nunca abandona a la planta hospedera y cerca del 10% de la población del insecto es vector activo con capacidad de transmitirlo (Jennings et al, 1979).



Foto 105. Adultos de Sogata (hembras)

El macho adulto de la Sogata mide de 2 a 3 mm, es de color castaño con una banda blanca en la cabeza, mientras que la hembra es de color amarillo y mide de 3 a 4 mm (Pineda y Jennings, 1985). La ninfa pasa por cinco instares hasta llegar al estado adulto. La duración de los estados está influida por las temperaturas y la época de siembra. Pero en términos generales los huevos tienen un período de incubación de 7 -19 días, de 14 - 21 días para las ninfas y de 15 a 31 días en los adultos.

Bajo las condiciones de Juma, Bonaó, la dinámica poblacional de la Sogata en la segunda etapa indica que entre los 15 - 37 días después de la siembra se concentra la mayor cantidad del insecto (Figura 3). Después de esta fecha (37 días) la población disminuye significativamente.



Figura 3. Fluctuación poblacional de *Tagosodes orizicolus* de agosto a noviembre 2002 (Fuente: Medina 2002).

Las ninfas de la Sogata son depredadas por la araña *Tetragnata* y por el Coleóptero *Coleomigilla sp*, que también come huevos. El adulto, además, tiene otros enemigos naturales (*Elenchus sp*, *Gonatopus sp*), los cuales ejercen control sobre los niveles poblacionales. El tratamiento a la semilla es muy eficiente para el control de esta plaga (Cadavid, 1985).

Para el control de la Sogata, Peñaranda y Colaboradores (1999) recomiendan lo siguiente: a) destruir e incorporar los tallos después de la cosecha, ya que estos se convierten en el mejor foco de infestación del insecto y del virus, b) mantener los canales, bordes de los lotes, muros y el interior del cultivo libres de malezas gramíneas, principalmente de *E. colona*, que es hospedera del insecto, y c) si es necesario recurrir al control químico, utilizar productos selectivos o de bajo impacto ambiental, que no permitan resurgencia del insecto.

Sección IX: Plagas y Enfermedades

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Sin embargo, el control más efectivo es el uso de variedades resistentes al virus de la Hoja blanca. Esta recomendación es muy válida para zonas como El Pino y Rancho, en La Vega, ya que en ellas la presión del insecto es normalmente alta en los primeros meses del año.

a) Ácaro

El daño mayor atribuido al ácaro en el país es el vaneamiento de la panícula, sin embargo, esta hipótesis no está debidamente probada. Los productores utilizan acaricidas para evitar el vaneamiento, sin resultados convincentes. Aunque los acaricidas reducen la población de esta plaga, la mejor medida de control es la siembra de variedades que repelen la presencia del mismo. Entre estas variedades se encuentran Prosequisa 4, Palmar 1 e Idiaf 1.



Foto 106. Macho de *S. spinky*

Steneotarsonemus spinky es el principal ácaro del cultivo de arroz en la República Dominicana (Foto 106). Posee un cuerpo diminuto y alargado, midiendo de 1 a 2 mm de largo. Pueden ser alados o sin alas. Los huevos recientes son ovalados y transparentes. Luego se oscurecen al acercarse a la eclosión. Las ninfas se alimentan de las hojas jóvenes sin abrirse, en panículas en desarrollo y sobre la parte basal de las vainas. Los períodos larvales y pupales ocurren en estos sitios en los cuales también se alimentan los adultos (IRRI 1984). Las hembras adultas son de cuerpo alargado, con el opistosoma (cola) ovalado en la parte terminal.

Los machos tienen el cuerpo más ancho y casi uniforme desde el gnatosoma (cabeza) hasta el opistosoma, donde lleva dos de las 8 patas que usan para cargar a la hembra y a los jóvenes (Rosario 2004).

f) Chinchas del grano



Foto 107. *Oebalus sp* (hiedevivo)

Los chinchas del grano (*Oebalus sp*) (Foto 107), se alimentan de los granos desde que empiezan a formarse. Los adultos pican los granos entre la lema y la palea y al alimentarse durante el estado lechoso producen vaneamiento. Si se alimentan en el estado pastoso los granos quedan manchados y con baja calidad (IRRI 1984).

Los daños causados por los chinchas se pueden detectar por la presencia de manchas de color café causadas por hongos en el sitio donde el insecto perforó el grano. Los daños más serios lo sufren los granos que se hallen en el estado lechoso y no los que estén en estado pastoso y de endurecimiento. Durante esta última etapa no es necesario controlar los chinchas, ya que su aparato bucal chupador no puede penetrar el grano duro y causar daños (Pantoja 1997).

Sección IX: Plagas y Enfermedades

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Estos insectos están activos durante el día y en las primeras horas de la noche antes de que se oculte el sol. Asimismo, la actividad de alimentación y cúpula inician varias horas después de salir el sol. En ese sentido Pantoja (1997) indica que el control químico temprano en la mañana no es efectivo, ya que los insectos están ocultos en la parte baja de la planta.

Las malezas gramíneas son hospederas de hiedevivos, al igual que las ciperáceas. Por tanto, el productor debe tener su campo libre de malezas para reducir la población de estos insectos.

En el cultivo de arroz es posible observar otras plagas de importancia económica, como son el gorgojo acuático (*Lissorhoptrus oryzophilus*) y la Tibraca (*Tibraca limbativentris*), entre otras (Tabla 27). Para el control de dichas plagas el productor debe seleccionar el insecticida más apropiado (Tabla 28) y aplicarlo en el momento correcto.

Tabla 27. Plagas de Importancia Económica en el Cultivo de Arroz en la República Dominicana

Plaga	Nombre común	Momento más frecuente de aparición	Manejo
<i>Hydrellia</i>	Mosquita	10-30 días después de siembra	Drenaje del campo por 2-3 días Tratamiento a la semilla Uso de insecticidas
<i>Tagosodes oryzicolus</i>	Sogata	Todo el ciclo	Siembra de variedades resistentes al virus de la Hoja blanca (VHB) Tratamiento a la semilla Aplicación de insecticidas sistémicos
<i>Lissorhoptrus oryzophilus</i>	Picudo	Todo el ciclo	Aplicación de insecticidas sistémicos
<i>Tibraca limbativentris</i>	Tibraca	Fase vegetativa	Aplicación de insecticidas sistémicos
<i>Collaria oleriza</i>	Millonaria	Fase vegetativa	Aplicación de insecticidas sistémicos
<i>Spodoptera spp</i>	Gusano	Fases vegetativa-reproductiva	Aplicación de insecticidas
<i>Oebalus spp</i>	Hiedevivos	Floración	Aplicación de insecticidas al inicio de la floración
<i>Steneotarsonemus spinky</i>	Acaro	Fases reproductiva/floración	Aplicación de acaricidas
Ratas	Ratones	Todo el ciclo	Uso de raticidas antes de la siembra y durante todo el ciclo del cultivo
<i>Ampularia canaliculata</i>	Caracoles	Estado de plántulas	Drenar el terreno Aplicar molusquicidas

Sección IX: Plagas y Enfermedades

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Tabla 28. Insecticidas Utilizados para el Control de Plagas en el Cultivo de Arroz en la República Dominicana

Insecticida	Plaga	Dosis	Modo de acción
Actara 25 WG	Sogata, Hydrellia, Hiedevivos (insectos chupadores, minadores)	50-100 gr/ha	Insecticida Tiametoxam de acción sistémica y translaminar de amplio espectro de acción y rápida penetración. Actúa por contacto e ingestión, interfiriendo los receptores de mensajes en el sistema nervioso de los insectos, ocasionando que de inmediato dejen de comer y luego mueren.
Catin 50 SC	Caracoles	1.0 l/3 ha	Fungicida órgano metálico fentin hidróxido, de alto espectro de acción. También controla el caracol acuático del arroz.
Confidor 70 WG	Sogata, Hydrellia (chupadores y minadores)	50 gr/ha	Insecticida imidacloprid que actúa de forma sistémica, por ingestión y por contacto. En la planta tiene excelente efecto sistémico acropetal.
Curacron 50 EC	Gusanos, chinches, Sogata, Hydrellia	1.0 l/ha	Insecticida organofosforado de amplio espectro de acción contra insectos masticadores, minadores y chupadores. Es muy efectivo contra insectos lepidópteros.
Diazol 60 EC	Sogata, gusanos	0.5-1.0 l/ha	Insecticida organofosforados, Diazinon, de amplio espectro, actuando por contacto e ingestión. Posee una fuerte acción fumigante.
Engeo 24.7 SC	Gusanos, chinches, Sogata, Hydrellia	100 – 150 ml/ha	Insecticida tiametoxam, más lambda cyhalothrin de uso foliar, combina la acción sistémica del tiametoxam para el control de insectos chupadores y la acción de contacto e ingestión de lambda-cihalotrina para controlar plagas masticadora. Por tanto resulta un producto de muy amplio espectro de acción.
Leverage 32.4 SE	Gusanos, chinches, Sogata, Hydrellia	200 cc/ha	Insecticida imidacloprid con excelente efecto sistémico acropetal. También actúa por contacto gracias al ingrediente Cyfluthrin.
Regent 20 SC	Sogata, Hydrellia, (chupadores, minadores)	125-150 cc/ha	Insecticida Fipronil que actúa por contacto e ingestión y que requiere de bajas dosis para controlar insectos perforadores, chupadores y masticadores. Regent 20 SC revierte el efecto neurotransmisor de uno de los ácidos más importantes en el sistema nervioso central de los insectos, lo que provoca disturbios en los mensajes nerviosos del insecto y consecuentemente muere. La acción de Regent 20 SC parece lenta, siendo el cese de la alimentación la primera consecuencia que se observa.

Rienda 21.2 EC	Acaros, gusanos, chinches, Sogata, Hydrellia	0.5-1.5 l/ha	Insecticida acaricida triazofos + deltametrina. Actúa por contacto, pero principalmente por ingestión. Tiene un gran efecto de choque.
Rimon 10 EC	Gusanos (lepidópteros)	300-400 cc/ha	RIMON 10 EC es un insecticida perteneciente al grupo de las benzoilfenilureas, que se caracteriza por inhibir la formación de quitina sobre las larvas de lepidópteros, coleópteros, homópteros y dípteros provocando así una deposición anormal de la endocutícula y produciendo la muerte de los insectos al momento de la muda. Es ideal para utilizar en programas de manejo integrado de plagas. Actúa principalmente por ingestión, no posee acción ovicida, pero se produce un alto porcentaje de mortalidad en los primeros estadios que eclosionan de huevos puestos en follaje pulverizado.

Fuente: Recopilación del autor

2. Enfermedades del cultivo de arroz

Las enfermedades atacan a la planta en todos sus órganos, desde los tallos hasta la panícula, causando reducciones significativas en los rendimientos e incrementando los costos de producción. Pero también hacen daños en todas las fases del cultivo, lo que obliga al productor a mantenerse vigilante y aplicar los controles en forma oportuna. Se debe tomar en cuenta que las enfermedades causan más perjuicios en las regiones húmedas que en las secas.

Descripción de las enfermedades más importantes del arroz

a) Piricularia en hojas y cuello de la panícula

Síntomas de la enfermedad

La Piricularia es causada por el hongo *Pyricularia grisea*. Produce lesiones en las hojas de forma romboide, anchas en el centro y punteadas en cualquiera de sus extremos (Foto 108). Las lesiones grandes (1-1.5 x 0.3-0.5 cm.) desarrollan centros grises. Las plantas jóvenes infectadas se atrofian y en los casos extremos la enfermedad puede causar la muerte de las variedades susceptibles. Cuando los daños ocurren en la panícula



Foto 108. Piricularia en hojas

Sección IX: Plagas y Enfermedades

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos



Foto 109. Piricularia en panículas

se torna negruzca y su cuello adquiere un color amarillento (Foto 109). El síntoma más visible es la espiga erecta por falta de llenado de los granos. Ya en esos momentos los daños son totalmente irreversibles y los mismos pueden llegar hasta el 100% (IRRI 1984). Si el ataque ocurre durante el llenado de los granos, el vaneamiento es parcial, pero los granos se rompen con facilidad durante su procesamiento en las factorías.

Epidemiología

El desarrollo de la enfermedad involucra dos ciclos, uno primario o de supervivencia en la que el hongo sobrevive en los restos de la cosecha previa y se producen las lesiones primarias. El tejido foliar del arroz es más susceptible entre los 15 a 45 días de la siembra, recibiendo este tejido los inóculos secundarios. El ciclo secundario se va repitiendo dependiendo del manejo de cultivo y las condiciones ambientales y reaparece al inicio de la floración (Carrera 2001).

La diseminación del inóculo se realiza principalmente a través del aire, aunque semillas infectadas y equipos infectados pueden servir como agentes diseminadores. El hongo pasa por un período de incubación de 4 a 5 días, mientras que el infeccioso tiene una duración de 14 días.

Factores que favorecen la incidencia de la piricularia

- Semilla infectada
- Siembra de variedades susceptibles
- Altas dosis de nitrógeno o aplicaciones tardías del mismo
- Alta humedad relativa, principalmente en las mañana (>90%) y el rocío sobre las hojas
- Lluvias frecuentes
- Condiciones de baja luminosidad
- Alta densidad de siembra (> 150 kg/ha) (> 20 libras/ta)
- Alta incidencia de malezas

El uso excesivo de nitrógeno causa gran demanda de carbono para la síntesis de proteínas dejando poco para la síntesis de metabolitos secundarios como los fenoles, que son claves para la defensa de la planta. Pero también los tejidos tienden a tener mayor contenido de agua y menor contenido de calcio, lo cual favorece el ataque de patógenos (Arauz 1998, citado por Carrera 2001). Otra situación del exceso de nitrógeno es que se afecta la relación Silicio/nitrógeno, que debe ser 1:1. Una función del silicio es dar dureza a la pared celular, la cual, si está débil puede ser penetrada fácilmente por las hifas de los hongos patógenos.

Medidas de control de la piricularia

El mejor control de la Piricularia es el uso de variedades resistentes. Otras medidas son no sembrar a altas densidades en siembra directa y quemar los restos de la cosecha previa. Asimismo se recomienda elevar la lámina de agua en la fase vegetativa para reducir la proporción de tejido vegetal expuesto al hongo. Sin embargo, esto puede favorecer la propagación de la Rhizoctonia.

El control químico es una alternativa viable y de hecho es la más común. En la fase vegetativa se pueden utilizar fungicidas de acción preventiva si las condiciones ambientales son favorables para el ataque de la enfermedad. Durante la floración, la primera aplicación de fungicidas debe hacerse cuando haya un 5% de la misma y realizar una segunda aplicación 10 días después. Es aconsejable que en la segunda aplicación no se use el mismo fungicida que en la primera.

b) Añublo de la vaina

Síntomas

El añublo de la vaina es una enfermedad fungosa causada por *Rhizoctonia solani* Kühn (Foto 110). El hongo es un patógeno de distribución cosmopolita nativo del suelo (Meza Moller et al 2007). Antes de la floración los síntomas no son visibles desde fuera del campo, pero al observar los tallos es fácil encontrarlos. Los primeros síntomas son manchas grises verdosas que se desarrollan en las vainas y cerca del nivel del agua de riego).



Foto 110. Rhizoctonia

Las manchas pueden ser elípticas u ovaladas cerca de 1 cm de largo, que se alargan hasta 2-3 cm y luego se unen. Los bordes de las lesiones dan un aspecto distintivo al área afectada. Las lesiones, cuando son viejas, son ovoides, con centro blanco grisáceo, con bordes color marrón oscuro y sobre ellas se observan esclerosios y micelios.

En la floración los síntomas son distintos, pues la presencia de hojas muertas indica la presencia de esta enfermedad. El mal llenado de los granos y el acame del cultivo son las consecuencias de la *Rhizoctonia* (IRRI 1984).

Epidemiología

Tanto la incidencia como la severidad de la *Rhizoctonia* están influenciadas por altas densidades de siembra y altas dosis de nitrógeno. La mayor fuente de inóculo son los restos de la cosecha anterior, aunque también otras especies vegetales son hospedadoras y mantienen vivas las fuentes de inóculos (*Echinochloa colona*, frijol común, etc.).

Las condiciones ambientales óptimas para que se desarrolle la enfermedad son temperaturas entre 28-32° C y humedad relativa por encima de 90%. Bajo estas condiciones la infección puede completarse entre 18 y 20 horas. El patógeno necesita un período de incubación entre 7-10 días para que la infección ocurra en el tejido.

Sección IX: Plagas y Enfermedades

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Medidas de control del añublo de la vaina

- Evitar las siembras con altas densidades
- Control químico (preventivo o curativo)
- Quemar restos de cosechas anteriores o incorporarlos profundamente hasta su descomposición en el suelo.
- Eliminar las plantas hospederas
- No aplicar nitrógeno en exceso
- Evitar altas láminas de riego

Para incorporar los rastrojos de la cosecha es mejor hacerlo por fangueo. Esto se debe a que las condiciones anaeróbicas y los factores microbianos que prevalecen en un suelo fangueado reducen la viabilidad de los esclerosios. Lo importante es que las lesiones de la base del tallo no avancen hacia las vainas superiores para evitar pérdidas.

c) Hoja blanca

El agente causal de esta enfermedad es el Virus de la Hoja Blanca (VHB), aislado por primera vez en Colombia en 1982. Es la única enfermedad viral que ataca al cultivo de arroz en América. Una característica particular de esta enfermedad es su comportamiento cíclico, lo cual significa que los daños que causa son más severos en un año y pocos significativos en subsiguientes.

Síntomas de la hoja blanca

Los síntomas aparecen desde los 5 a 34 días después de la inoculación, dependiendo de la variedad, la edad de la planta y el sitio infectado (Carrera 2001). Es normal observar en los campos de arroz plantas con macollas sanas y enfermas al mismo tiempo (Foto 111). Los primeros síntomas se observan en las hojas que emergen después de la inoculación. En las hojas los síntomas se caracterizan por áreas cloróticas que al fusionarse forman bandas amarillentas paralelas a la nervadura central de la hoja.



Foto 111. Hoja blanca

En muchos casos las hojas se tornan completamente amarillas antes de su secamiento total. Las vainas pueden presentar un color verde claro o verde amarillento y los tallos se tornan delgados, reducen su tamaño por lo cual las panículas enfermas no se observan a menos que se abran las plantas (Carrera 2001). Cuando el ataque es tardío se observan plantas con panículas deformes con las espiguillas de color marrón y con los granos retorcidos, en forma de pico de cotorra. En esos casos el vaneamiento de los granos, total o parcial, resulta visible.

Mecanismo de transmisión del virus

La enfermedad es transmitida únicamente por la Sogata, cuando este insecto se alimenta de plantas sanas (Carrera, 2001). El periodo de incubación del virus en el insecto es de 20 a 22 días y del virus en plantas jóvenes es de 7 a 9 días. El virus tiene la capacidad de multiplicarse dentro del insecto. Normalmente la cantidad de vectores es menos del 2% de la población de insectos. Cuando es mayor de 5%, significa que se avecina una epidemia, que de establecerse, pueden originar hasta 15 - 25% de vectores (Calvert, citado por Carrera 2001).

Factores que favorecen la incidencia de la hoja blanca

- Siembra de variedades susceptibles
- Eliminación de los enemigos naturales de la Sogata por el uso indiscriminado de insecticidas

Medidas de control de la hoja blanca

- Utilizar insecticidas sistémicos para el control de la Sogata en los primeros 30 días.
- Utilizar variedades resistentes para evitar la aparición de la enfermedad
- Destruir los restos de la cosecha anterior

d) Vaneamiento de la panícula

El vaneamiento de la panícula es una patología cuyo agente causal no ha sido debidamente identificado en el país, a pesar de los significativos daños que provoca. Los valores normales de vaneamiento varían entre 10 a 25%, dependiendo de la variedad. Se dice entonces que hay problemas cuando los valores obtenidos son superiores a los establecidos para cada variedad (Foto 112).

El vaneamiento fue reportado por primera vez en el país en 1998 y su causa fue atribuida al ácaro *S. spinky*. Después de ese año el problema aparece con relativa frecuencia en las siembras de la segunda etapa, pero ya no es atribuido totalmente al ácaro, sino a factores combinados de hongos y bacterias, al mal manejo de los fertilizantes y de otros insumos de la producción.

Investigaciones locales han demostrado que fertilizantes como el potasio no están relacionados con la incidencia del vaneamiento (Pichardo y Vialet 2008, Quezada y Toribio Castro 2008 y de la Cruz y de la Cruz, 2008). Se ha comprobado asimismo que el vaneamiento no afecta igual a todas las variedades (Quezada y Toribio Castro 2008), que su expresión varía de región a región y que su incidencia es más significativa en la segunda etapa que en la primera.



Foto 112. Vaneamiento de la panícula

Sección IX: Plagas y Enfermedades

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Los primeros síntomas que el productor observa son panículas erectas, indicando falta de llenado de los granos. Es decir que el vaneamiento empieza a manifestarse después de la floración, sin oportunidades de que el cultivo pueda recuperarse. De ahí la gravedad de esta patología que, por el momento en que aparece, se convierte en un problema devastador e irreversible. Pero también los síntomas pueden aparecer inicialmente en las hojas, como manchas de color café (Yuan 2004) (Foto 113). Sin embargo, es difícil que el productor pueda asociar manchas foliares con un posterior vaneamiento de la panícula. El periodo de mayor susceptibilidad es la emergencia de la panícula (Yuan 2004).

Dado que el vaneamiento se presenta principalmente en la segunda etapa, se está planteando que las condiciones ambientales deben ser tomadas en cuenta para la explicación de este problema. Se ha observado que cuando el arroz florece en agosto y durante los primeros 10 días de septiembre, meses con altas temperaturas, se incrementa el nivel de vaneamiento.

En los Estados Unidos se ha identificado la bacteria *Burkholderia glumae* como el agente causal del vaneamiento de la panícula (Yuan, Shahjahan y Rush 2004). Los daños principales se han registrado en la variedad Bengal (Parsons et al 2004), con reducción del 50% de los rendimientos esperados y de la calidad del arroz (Groth y Frey 2004).

La enfermedad tiende a expresarse bajo condiciones inusuales de altas temperaturas, especialmente en las noches, como ocurre en los meses de julio y agosto (Yuan 2004). En Louisiana y en otros estados adyacentes, en los años 1995 y 1998 las pérdidas en rendimiento atribuidas a *B. glumae* fueron superiores al 40%. En ambos períodos los niveles de altas temperaturas representan registros históricos para dichas regiones.

Otras investigaciones llevadas a cabo en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), y en países de Centro América, atribuyen las causas del vaneamiento a la misma bacteria, *B. glumae* (Correa- Victoria 2004) (Correa y colaboradores 2008). En estas investigaciones se afirma que la enfermedad se presenta igualmente en ausencia del ácaro.



Foto 113. Añublo bacteriano en hoja bandera causado por *B. glumae*

La bacteria se puede transmitir de una cosecha a otra a través de semilla contaminada. Lamentablemente, por el momento no hay ningún producto capaz de evitar que aparezca el vaneamiento bacteriano, aunque en Estados Unidos, aplicaciones del ácido oxolínico han presentado buen control de la misma (Parsons et al 2004). Sugerimos al productor local, como medida preventiva, que siembre en fechas tales que el arroz florezca antes de agosto o después de la tercera semana de septiembre.

e) Nemátodos

Varias especies de nemátodos causan daños al arroz, de las cuales dos son las más comunes, *Ditelenchus angustus* (nemátodo del tallo) y *Meloidogyne graminicola* (nemátodo de la raíz). *D. angustus* es un nemátodo foliar que vive el suelo, se alimenta en los tejidos de las hojas sin emerger y crece en las panículas (IRRI 1984). Los primeros síntomas aparecen como puntos blancos muy pequeños en las hojas más jóvenes. Los puntos se amplían y extienden por toda la hoja hasta que esta muere. Las panículas que emergen se arrugan, quedando los granos vanos. La enfermedad se esparce por el agua de riego.

M. graminicola es común en el arroz de secano. Ataca las plantas de arroz en suelos secos durante el crecimiento temprano (IRRI 1984). Al principio las hojas se tornan amarillo-naranja y luego mueren. Las plantas afectadas tienen agallas en las raíces.

Dado que *D. angustus* es un nemátodo de riego, es posible que pueda atacar los cultivos de arroz del país. Si el productor identifica los síntomas en forma apropiada, puede controlar esta plaga aplicando Vydate Green, 1.0 l/1.25 ha. La aplicación debe hacerse antes de los 25 días después de la siembra.

f) Otras enfermedades

Otras enfermedades importantes del cultivo del arroz son Helminthosporiosis (*Helminthosporium oryzae*), escaldado de la hoja (*Rhynchosporium oryzae*), pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*), falso carbón (*Ustilaginoides virens*), y manchado del grano (Tablas 29 y 30). La presencia de *Helminthosporium* (Foto 114) está muy relacionada con desbalances nutricionales, principalmente la falta de potasio. Dichos desbalances son más graves en condiciones de poca humedad, pues con humedad el potasio se moviliza por la tierra y tiene mayores posibilidades de ser absorbido por las raíces de las plantas (Blázquez 2006).

Sarocladium oryzae empieza a observarse en la vaina de la hoja superior a partir del embuchamiento (Foto 115). Los primeros síntomas son manchas oblongas o irregulares, de 0.5 - 1.5 cm y de color marrón. Las lesiones se agrupan y al hacerlo cubren toda la vaina de la hoja bandera. Si las lesiones son severas, las panículas emergen parcialmente, quedando los granos a medio llenar y las que no emergen se mueren. La enfermedad está asociada a plantas infectadas de virus, sin embargo para su control se recomienda el uso de fungicidas de amplio espectro disponibles en el mercado.



Foto114. Helminthosporium



Foto 115. Sarocladium

Sección IX: Plagas y Enfermedades

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos



Foto 116. Falso carbón

Aunque el Falso carbón (Foto 116) se presenta en los granos maduros, la enfermedad es de poca importancia económica. Alta humedad relativa, lluvias continuas, suelos fértiles y exceso de nitrógeno son los factores que favorecen la enfermedad. Los mismos fungicidas utilizados para controlar otros hongos son efectivos para esta misma enfermedad.



Foto 117. Rynchosporium
(Escaldado de la hoja)

El escaldado de la hoja (Foto 117) es una enfermedad que se transmite por semillas. Cuando el cultivo está madurando se observan hojas con las puntas quemadas, de color amarillo paja y en forma oblonga. Las lesiones pueden ser de 1.5 cm de largo y de 0.5 de ancho y cuando estas son más grandes producen la muerte de las hojas (IRRI 1984). Las lesiones semejan el patrón de la madera aserrada. El uso de semillas libres del hongo es la mejor medida de control de esta enfermedad.

El manchado de grano es causada por un complejo de hongos, entre los cuales sobresale *Alternaria sp* (Gutiérrez y Mazzanti de Castañón 2001). Su transmisión también es a través de la semilla.

Tabla 29. Enfermedades de Importancia Económica en el Cultivo de Arroz en la República Dominicana

Enfermedad	Agente causal	Momento de aparición	Manejo
Piricularia de la hoja	<i>Pyricularia grisea</i>	Fase vegetativa	No sembrar a altas densidades Manejo del agua de riego
Piricularia en cuello de la panícula	<i>Pyricularia grisea</i>	Fase reproductiva	Uso de variedades resistentes Aplicación de fungicidas
Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	Fase reproductiva	Aplicación de fungicidas Siembra de variedades resistentes
Hoja blanca	Virus	Fase vegetativa	Reducción de la población del agente transmisor, la Sogata
Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	Máximo macollamiento / fase reproductiva	Bajar lámina de agua de riego Aplicación de fungicidas
Helminthosporiosis	<i>Helminthosporium oryzae</i>	Madurez	Aplicación de fungicidas
Escaldado de la hoja	<i>Rhynchosporium oryzae</i>	Macollamiento y floración	Aplicación de fungicidas
Falso carbón	<i>Ustilaginoidea virens</i>	Madurez	Aplicación de fungicidas
Manchado de grano	Complejo de hongos (<i>Alternaria sp</i>)	Madurez	Aplicación de fungicidas

Sección IX: Plagas y Enfermedades

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Tabla 30. Fungicidas Utilizados para el Control de las Distintas Enfermedades que Atacan al Cultivo de Aroz en la República Dominicana

Fungicida	Dosis	Enfermedad	Modo de acción
Alto 10 SL	500 cc/ha	Rhizoconia	Fungicida Triazol, Cyproconazole, de acción sistémica. Es de amplio y puede ser utilizado tanto en forma preventiva como curativa. Actúa inhibiendo la biosíntesis del ergosterol.
Amistar Xtra	0.40 – 0.75 l/ha	Piricularia, Rhizoconia Manchado de grano	Fungicida Azoxystrobin/Ciproconazol que actúa inhibiendo la respiración de los hongos evitando la producción de ATP y también inhibe la biosíntesis del ergosterol. La combinación de ambas moléculas le confiere una gran capacidad para controlar las enfermedades fungosas más comunes del cultivo del arroz.
Bim 75 WP	300 gr/ha	Piricularia	Es un fungicida Triazol Obenzotiazol Tricicazole, de acción sistémica, absorbido por hojas y raíces que lo translocan a toda la planta. Inhibe el desarrollo del hongo en el momento en que empieza la infección.
Catin 50 SC	1.0 l/3 ha	Caracoles	Fungicida órgano metálico fentin hidróxido, de alto espectro de acción. Es utilizado específicamente para el control del caracol acuático del arroz
Consento 45 SC	2.0-2.5 l/ha	Manchado de grano	Fungicida Carbamato Imidizalinona que combina dos modos de acción, el translaminar y el sistémico. Actúa eficazmente tanto en forma curativa como preventiva.
Dithane 60 SC	1.0-2.0 l/ha	Manchado de grano	Fungicida Ditiocarbamato, Mancozeb. Actúa por contacto y su acción es eminentemente preventiva. Inhibe el desarrollo del tubo germinativo de las esporas y bloquea los procesos enzimáticos a nivel del citoplasma y mitocondrias, lo que ocasiona una deficiencia de ATP en la célula del hongo.
Duett 25 SC	1.0 l/25 tareas	Rhizoconia	Fungicida Triazol Epoxiconazole Carbedazim, de acción sistémica, protectante, y erradicante. Actúa inhibiendo el desarrollo de los tubos germinativos de los hongos y biosíntesis del ergosterol.
Fuji One 40 EC	1.25 l/ha	Piricularia	Fungicida isoprothiolano, de acción sistémica que inhibe fuertemente el proceso de penetración del hongo. Tiene buen efecto residual.
Indar 25 OF	0.5-0.6 l/ha	Rhizoconia	Fungicida del grupo de los Triazoles Fenbuconazole con una única formulación en aceite, que permite una mayor residualidad de acción en el cultivo, mayor efectividad de penetración y sistemicidad. Previene y cura la Rhizoconia. Actúa en forma curativa y preventiva, inhibiendo el ergosterol en las células del patógeno.
Juwel 25 SC	0.7-1.0 l/ha	Piricularia y Rhizoconia	Fungicida Triazol, Strobilurin Epoxiconazole, Kresoxim-Methyl con efectos preventivos, curativos y erradicantes. Excelente para control de enfermedades del arroz.
Kasumin 2 L	1.0 l/ha	Piricularia	Fungicida (Kasugamicina-Hidrocloruro Orgánico) sistémico de acción preventiva y curativa. Muy efectivo contra Piricularia.
Kumulus S	4.0-5.0 Kg/ha	Protectante	Fungicida (Azufre) inorgánico que inhibe el proceso de germinación de los hongos.

Sección IX: Plagas y Enfermedades

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Octave 50 WP	1.0 Kg/50 tareas	Manchado del grano	Fungicida Imidazol Prochloraz que puede usarse en forma preventiva o en forma curativa. Tiene acción translaminar e inhibe la biosíntesis del ergosterol.
Polyram 80 WG	1.0 Kg/10 tareas	Preventivo/protectante	Fungicida (Tiocarbamato Metiran) que inhibe el proceso de germinación de los hongos.
Pronto 50 WP	0.4-0.6 Kg/ha	Piricularia y Cercóspora	Fungicida Benzimidazol Benomil, sistémico protectante que inhibe la división celular los hongos.
Pulsor 24 SC	1.0 l/25 tareas	Rhizoctonia	Fungicida sistémico del grupo de Thiazoles Thifluzamida, con actividad preventiva y curativa. Controla varias especies de hongos, principalmente Rhizoctonia.
Rabcide 20 SC	0.50 l/ha	Piricularia	Fungicida carboxina + tiram, específico para el control de piricularia. Actúa como protectante de alta residualidad, con efecto translaminar, pero no es sistémico. Inhibe la melanina, compuesto que da dureza al opresorio y al tubo de germinación en el proceso de penetración del hongo.
Taspa 50 EC	1.0 l/4 ha	Rhizoctonia y manchado de grano	Fungicida Difenconazol + Propiconazol), con acción sistémica de gran residualidad. Tiene acción curativa contra Rhizoctonia y el manchado de grano.
Tilt 25 EC	500 cc/ha	Rhizoctonia Manchado de grano	Fungicida Propiconazol de acción sistémica, con efectos curativos, protectantes y erradicantes. Actúa interfiriendo la síntesis del ergosterol en la membrana celular del hongo.
Vydate Green	1.0 l/1.25 ha	Nemátodos	Nematicida Oxamyl, que penetra rápidamente a la planta. Es hidrosoluble y liposoluble por lo que es resistente al lavado.

Fuente: Recopilación del autor



Dos Pinos



100 LBS.

LABROZ DOS PINOS
100 LBS.
Dos Pinos

Dos Pinos

Dos Pinos

100 LBS.
Dos Pinos



Sección X: Comercialización del Arroz

Sección X:	
Comercialización del Arroz	117
1. El arroz en el mundo	118
2. La producción nacional	119
a) Cadena de distribución y los márgenes	119
b) El papel de los industriales	121
c) Las importaciones	122

Sección X: Comercialización del Arroz

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

1. El arroz en el mundo

A nivel mundial, la producción de arroz es básicamente para satisfacer las necesidades de los países donde es producido. Aproximadamente sólo el 6% de la producción de arroz se comercializa en los mercados internacionales, pues los países grandes productores son a su vez grandes consumidores.



Foto 118. Arroz de grano largo

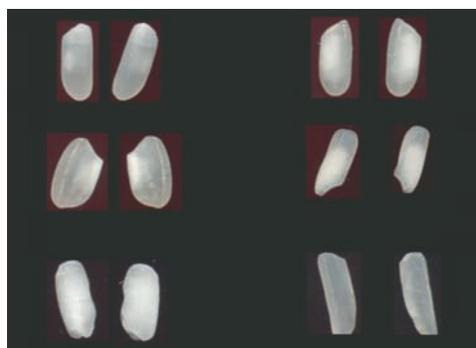


Foto 119. Arroces de diferentes tamaños y de contenido de centro blanco

En el año 2006 se produjeron en todo el mundo unos 644 millones de toneladas de arroz (Consejo Federal de Ciencia y Tecnología de Corrientes, Argentina, 2008), pero solamente 25 millones se comercializaron (FAO, 2008). En el 2007 la producción se incrementó a más de 650 millones de toneladas de arroz (91% en Asia) (Emmott et al 2009, en la red). La producción en el año 2008 fue de 662 millones de toneladas (USDA, 2009).

En Asia se produce, aproximadamente, el 90% de todo el arroz en el mundo, siendo China (29%) y la India (22%) los países mayores productores. Entre ambos obtienen el 51% de la producción mundial del cereal.

Los principales exportadores de arroz son Tailandia (36%), Vietnam (21%) y Pakistán (16%). Estados Unidos exporta alrededor de 3.1 millones de toneladas, que equivalen al 12% del total comercializado.

En cambio, los mayores importadores son Indonesia (14%), Bangladesh (4%) y Brasil (3%). A nivel mundial, el mayor rendimiento se obtiene en Estados Unidos (7.68 ton/ha), en Perú (7.36 ton/ha), Corea (6.99 ton/ha), Japón (6.78 ton/ha) y en China (6.61 ton/ha) (USDA, 2009, en la red) (Anexos 3, 4, 5 y 6).

El tamaño y la apariencia del grano pulido (presencia de centro blanco) son los parámetros principales por los cuales se comercializa el arroz en los mercados mundiales (Fotos 118 y 119). En este tenor, los arroces se clasifican por su tamaño de la siguiente manera: de granos cortos (> 5.50 mm), medianos (5.51-6.60 mm), largos (6.61-7.50 mm) y extralargos (> 7.50 mm) (Tabla 31) (Jennings et al, 1984).

Tabla 31. Clasificación del Arroz de Acuerdo al Tamaño del Grano

Tipo de grano	Longitud (mm)
Cortos	< 5.50
Medianos	5.51-6.60
Largos	6.61-7.50
Extralargos	> 7.50

Fuente: P.Jennings et al 1984

Sin embargo, el precio internacional depende en gran medida de la calidad intrínseca del cereal. Se reconoce que los arroces americanos son de alta calidad y por eso se venden más caros que los asiáticos (Rodríguez, 2006) (Tabla 32).

Tabla 32. Precios Internacionales del Arroz Según Suplidor

Calidad	Precios americanos US\$/tm				Precios asiáticos US\$/ton		
	Golfo	California	Uruguay	Argentina	Calidad	Tailandia	Vietnam
4%	450	520	405	395	5%	311	275
10%	440		395	385	10%	285	265
Paddy	240	300			25%	270	250

Fuente: Rodríguez Amiana 2006

2. La producción nacional

a) Cadena de distribución y los márgenes

El productor generalmente vende el arroz en cáscara a los industriales (factorías), utilizando como unidad de medida la fanega de 120 kg. El arroz recién cosechado contiene impurezas y humedad por encima del punto de molienda, por lo cual los industriales aplican penalidades (taras), cuyo rango mínimo es de 4%. Sin embargo, y dependiendo de las condiciones en las cuales se reciba el arroz, estas taras pueden superar el 15% y, en consecuencia reducir el precio pagado al productor.

En otros casos, como en el noroeste, el productor prefiere pagar el procesamiento del arroz en cáscara y distribuirlo él mismo a través de mayoristas y minoristas. Esto, en principio, mejora la rentabilidad de estos productores, pero tienen que esperar más tiempo para completar todo el proceso de venta.

Los márgenes en el arroz son confusos y difíciles de establecer. Pero tomando como referencia la productividad reportada por Fomento Arrocero, de 3.81 fanegas de 130 kg (7,875 kg /ha ó 495.30 kg/tarea, arroz verde), vendidas a RD\$1,848.55, generaron al productor ingresos brutos por RD\$7,043.00/ta.

Dado que el costo de producción en el año 2008 fue de RD\$5,634.37/tarea (US\$2,505.21/ha) (Anexo 7), significa que sus ingresos netos fueron de RD\$1,408.63/tarea (US\$626.32/ha). En el año 2009, el precio promedio de una fanega de 120 kg fue de RD\$2,100.00, un incremento de 13.6% con relación al precio promedio del año anterior.

Sección X: Comercialización del Arroz

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Tabla 33. Costos de Producción, Producción, Ingresos Brutos e Ingresos Netos / ha en el Cultivo de Arroz en la República Dominicana. Año 2008

Moneda	Costo producción	Producción fanegas	Precio fanega	Ingresos brutos	Ingresos netos
RD\$	89,586.00	60.58	1,848.55	111,985.16	22,397
US\$	2,505.20	60.58	51.69	3,131.38	626.18

En general, se estima que en el año 2008, un productor de 50 tareas percibió beneficios netos de RD\$70,000.00 a RD\$100,000.00 por cosecha (US\$1,957.78 a 2,796.42), con una inversión total de RD\$281,718.50 (US\$7,847.31/50 tareas). En promedio, el período de cosecha dura 130 días.

La Federación Nacional de Productores de Arroz, FENARROZ, también tiene un costo de producción ya determinado. En el mismo, las ganancias del productor equivalen al 10% de la inversión total en el cultivo (Anexo 8).

En la cadena de comercialización participan el productor, molinos y factorías (fase de transformación o procesamiento), comerciantes mayoristas y detallistas. Los industriales, después de comprarles el arroz a los productores, lo someten a un proceso de transformación que consiste en secar, descascarar, pulir y envasar el producto, que se conoce como arroz blanco o pulido. Desde estos centros de procesamiento se vende a comerciantes mayoristas y detallistas de los centros urbanos de las principales ciudades del país.

Los mayoristas suplen del cereal a los detallistas que operan en las propias ciudades y también venden a intermediarios, quienes transportan el producto a distintas comunidades para abastecer a los detallistas de las mismas (Figura 4: cadena de distribución del arroz en República Dominicana). Tanto los detallistas, como los colmados barriales, puestos de venta en los mercados públicos y supermercados venden el arroz a los consumidores en diferentes tipos y presentaciones (Periódico HOY, 20 de enero 2009).

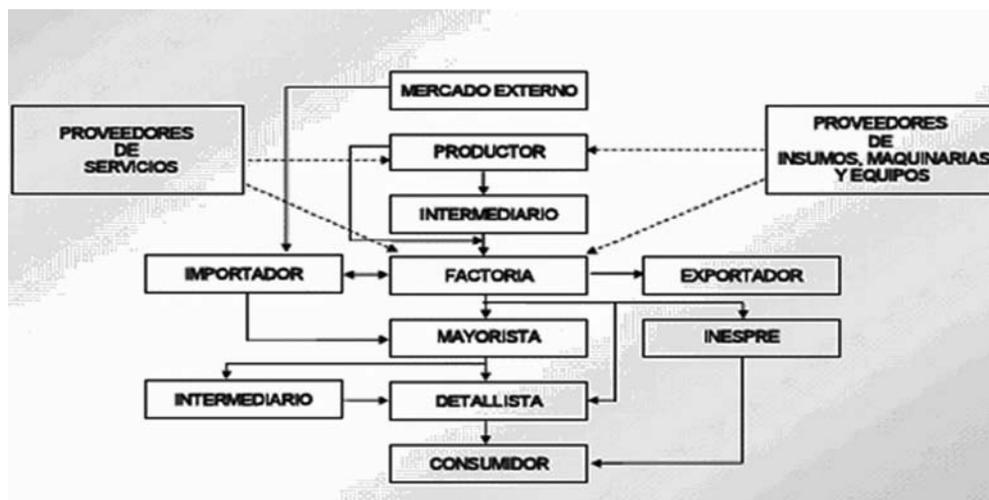


Figura 4: Flujograma de Actores y Canales de la Cadena de Arroz (Fuente: IICA, Santo Domingo, República Dominicana, 2007)

Aunque el productor obtiene beneficios económicos, no es quien más gana en la cadena de comercialización del arroz. Sin embargo, es quien asume los mayores riesgos en todo el proceso productivo. Hoy en día es el detallista quien se está quedando con la mayor parte de las ganancias que, por tradición, se las apropiaba el mayorista.

Según estudios del IICA (2003), el margen de ganancias de los detallista es de 21.78%, frente al 16% de los mayoristas. Esta situación se explica en parte por la mayor integración de las factorías de arroz, las cuales han pasado a distribuir directamente al detallista una parte importante de su producción (IICA, 2003).

Una razón por la cual el productor no consigue mayores beneficios es que con frecuencia está atado a su fuente de financiamiento, a la cual debe venderle la producción. Esta situación deja poco espacio al productor para negociar mejores precios y menores taras por humedad e impurezas.

Para enfrentar estas desventajas el productor tiene que asociarse, ya sea en cooperativas o asociaciones de productores. Actualmente, hay proyectos cooperativos con mucho éxito, como son: COOPEARROZ (Cooperativa los Arroceros, en La Vega) y COOPAVA (Cooperativa Agropecuaria de Valverde), en el Cruce de Guayacanes, Mao, entre otros grupos organizados.

De cara al futuro, la unidad de los productores y el apoyo de otras instituciones afines al sector arrocero (Anexo 8) es la clave para lidiar con las dificultades que enfrentan durante el proceso productivo. Si están asociados consiguen insumos más baratos y mejores precios durante la comercialización del arroz. A su vez, el productor tiene que tener claro cuál es su rol. En ese sentido, no es conveniente que se involucre en actividades como la venta de semilla bronca.

Es importante que el sector arrocero pueda contar con el apoyo del Instituto de Estabilización de Precios (INESPRE), para que a través de laboratorios regionales (estatales), establezca las taras. Por su carácter de imparcialidad, INESPRES es la institución ideal para mediar entre el productor y los industriales.

b) El papel de los industriales

Los industriales (molineros) juegan un papel determinante en la cadena productiva del cereal. No sólo llevan a cabo las actividades de procesamiento y comercialización del arroz en las factorías (Fotos 120 y 121), sino que también prestan múltiples servicios, como son la provisión de insumos, transporte, asistencia técnica, crédito y/o aval frente a otras fuentes financieras. En términos generales,



Foto 120. Proceso industrial



Foto 121. Almacenamiento

Sección X: Comercialización del Arroz

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos



Foto 122. Presentación de 125 libras (Kg)



Foto 123. Presentación en bolsas

el apoyo de los molineros a los productores asegura la sostenibilidad de la actual industria arrocera dominicana.

Los industriales comercializan el arroz en diversas presentaciones, de 5, 10, 25, 50 y 125 libras, principalmente. Con las mismas pueden satisfacer las necesidades de los consumidores de acuerdo con su poder adquisitivo (Fotos 122 y 123).

c) Las importaciones

Las importaciones de arroz se han justificado porque la producción nacional no era suficiente para satisfacer la demanda del cereal. Aunque sirven para estabilizar los precios internos, las mismas han representado una amenaza para los productores, pues se realizan en los momentos justos en que inicia la cosecha local. Pero, el problema principal es producido por las importaciones que se realizan de contrabando y por aquellas autorizadas legalmente en volúmenes superiores a las necesidades.

En este contexto, si bien las importaciones son necesarias, deben efectuarse en forma organizada, tomando en cuenta los momentos en los cuales se realicen y las verdaderas necesidades del cereal. En rigor, las importaciones no deben ser superiores a la cuota aprobada dentro del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Centroamérica (DR-CAFTA).

Sin embargo, la diferencia en precios entre el arroz en el mercado mundial y el de producción nacional es la verdadera razón detrás de las importaciones. Se dice, y con sobrada razón, que los precios locales del arroz son muy altos para los consumidores nacionales, comparados con los internacionales.

Normalmente el costo de producción de 1 tonelada de arroz en el país ha sido de US\$500.00, por encima del precio histórico de 1 tonelada de arroz blanco en el mercado mundial. Pero además, aunque el arroz importado es más barato que el de producción local, casi nunca los consumidores se benefician de esta situación.

Por ejemplo, en marzo del año 2009, los precios del arroz al consumidor variaron desde RD\$ 17.00/lb (\$US\$ 1.05 / kilo) hasta RD\$27.00/lb (US\$ 1.66 / kg) (Tablas 34 a, b y c). Pero en cambio, en el mercado mundial, el precio casi siempre ha estado por debajo de US\$0.50/kg.

Resulta claro que esta brecha entre los precios locales e internacionales es muy atractiva para los importadores. Y aunque desde el año 2006 se ha observado un incremento en los precios del cereal en los mercados mundiales, todavía los mismos resultan lucrativos para estos comerciantes.

Sección X: Comercialización del Arroz
El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Tabla 34 a. Marcas Comerciales y sus Respectivos Precios en Supermercados. Marzo 2009.

Categoría*	Precio /lb RD\$	Precio / Kg US\$*
Arroz integral Bisonó	32	1.97
Arroz integral La Garza	37.5	2.31
Arroz integral PIMCO	31	1.91
Cristal 100	27	1.66
PIMCO Gourmet	27.9	1.72
Premium La Garza	26.9	1.65
Super selecto PIMCO	26.4	1.62
Super selecto Bisonó	26	1.6
Arroz selecto El Molino	24.7	1.52
Arroz selecto JR	23	1.41
Arroz selecto Santa Cruz	22	1.35
Arroz selecto Don Andrés	21.5	1.32

*Fuente: Recopilación del autor en supermercados de la ciudad de Santiago, República Dominicana **1 US\$=RD\$35.76

Tabla 34 b. Categorías y Precios del Arroz en Mercados Públicos. Marzo 2009.

Categoría*	Precio /lb RD\$	Precio / Kg US\$*
Selecto	22	1.35
Americano	22	1.35
Superior	19	1.17
Criollo	17	1.05

*Fuente: Recopilación del autor en mercados públicos de la ciudad de Santiago, República Dominicana **1 US\$ = RD\$35.76

Tabla 34 c. Precios del Arroz Grano Largo en el Mercado Mundial (US\$/ton*)

Año	USA No. 2, 4% partido	Arroz de Tailandia (grado B)
2004	372	244
2005	319	291
2006	394	311
2007	436	335
2008	782	695

Fuente: Jackson Son & Co. (London) Ltd, 2009 * 1 ton = 1,000 Kg





Sección XI: Aspectos Claves en la Producción de Arroz

Sección XI:	
Aspectos Claves en la Producción de Arroz . . .	125
¿Cuáles son las mayores dificultades que enfrentan los productores de arroz	126
a. El costo de producción	126
b. El vaneamiento de la panícula	126
c. El fangueo en zonas secas	127
d. El sistema de cosecha mecanizado	127

¿Cuáles son las mayores dificultades que enfrentan los productores de arroz

a. El costo de producción

El costo de producción de arroz en el país es posiblemente el más alto de América Latina y el Caribe. Diversos factores influyen en el mismo, como son el uso intensivo de mano de obra, el tamaño de las fincas, altas tasas de interés, el fanguero de los suelos y el sistema de cosecha, entre otros.

La siembra por trasplante y la limpieza manual requieren el uso de muchos jornaleros, lo que evidentemente eleva el costo de producción del cultivo. Las fincas arroceras en su gran mayoría son menores de 10 hectáreas (< 160 tareas), lo que asociado a deficientes sistemas de drenaje, dificultan la mecanización del cultivo. También es obvio que las altas tasas de interés del sector informal (4-5% mensual) impactan negativamente el costo de producción.

Por otra parte, los mismos productores de arroz se consideran como buenos mientras mayor sea la cantidad de agroquímicos que apliquen durante el proceso productivo. Es normal el uso de plaguicidas después de la fertilización, independientemente de la presencia o no de plagas. Para esto el productor alega que las plantas están suculentas y predisuestas para el ataque de insectos u hongos. Sin embargo, esto no siempre es así.

El productor tiene que entender que una planta con una nutrición bien balanceada tiene sus mecanismos de defensa perfectamente establecidos, por lo cual es capaz de repeler exitosamente cualquier ataque de una enfermedad. Obviamente que la planta se puede tornar muy suculenta, pero sólo en los casos que el productor aplique N en exceso.

Asimismo, los productores realizan aplicaciones foliares de distintos fertilizantes, a pesar de haber cubierto las necesidades del cultivo con abonos aplicados al suelo. En la práctica, los fertilizantes foliares encarecen el costo de producción y casi nunca generan incrementos en los rendimientos del cultivo.

b. El vaneamiento de la panícula

A partir de las experiencias de los Estados Unidos y de las investigaciones de Correa (2004 y 2008) es imperativo que en el país se encaminen acciones para identificar las causas del vaneamiento, incluyendo lo concerniente a *B. glumae*. Los registros de altas temperaturas del país en 1998 fueron históricos, similar a lo ocurrido en Louisiana, Estados Unidos, lo cual sugiere que la causa del problema puede ser la misma bacteria. Y dado que el vaneamiento se sigue presentando con bajos niveles poblacionales de *S. spinky*, está claro que esta plaga no es el factor principal del problema.

Las autoridades oficiales del país deben involucrarse en la solución de este problema, contando con el apoyo de los distribuidores de insumos agrícolas, de los productores y de los gremios a los cuales están asociados. Es evidente que el trabajo mancomunado podría en poco tiempo confirmar si las causas del vaneamiento son las mismas que han sido identificadas en otros países.

c. El fanguero en zonas secas

El fanguero es una actividad que utiliza agua de riego en exceso, que contribuye a destruir la textura de los suelos y a la diseminación de arroz rojo y otras malezas. También se propagan plagas como el caracol. Dado que cada día se reduce el agua de riego, lo mismo que la disponibilidad de mano de obra, es imperativo el cambio hacia otros sistemas de siembra que no impliquen el fanguero de los suelos.

En ese sentido, la siembra mecanizada en suelo seco, ya sea con cero o mínima labranza, debe ser la meta de los arroceros nacionales en las zonas secas como el noroeste y San Juan de la Maguana. La misma puede contribuir a reducir los costos de producción, entre otras ventajas. Para lograr este objetivo hay que mejorar el sistema de drenaje de las fincas, permitiendo que los suelos se puedan secar para poder utilizar las sembradoras.

d. El sistema de cosecha mecanizado

En el actual sistema de cosecha mecanizada se emplean sacos, los cuales son tirados en el campo durante la recolección y que se mojan si el suelo está encharcado. Luego, los sacos son acarreados por reuas de caballos hasta los caminos y carreteras principales, desde donde son transportados por camiones hasta las factorías. Pero también los sacos muchas veces obstaculizan los caminos, creando un riesgo potencial para los conductores de vehículos. Además, los mismos caballos representan un problema en las carreteras.

Otra fuente de peligro la generan los camiones durante el transporte hacia las factorías, ya que son cargados de tal manera que cualquier error puede provocar su volcadura. Muchas veces el arroz no es transportado el mismo día de la cosecha, lo que obliga al productor a contratar celadores para su cuidado en el campo, donde al estar a la intemperie se mojan cuando llueve. Todo esto define un sistema de cosecha obsoleto y costoso, que necesita de cambios significativos.

La solución a este problema puede ser la cosecha al granel. Sin embargo, para la adopción masiva de este sistema de cosecha se requiere de importantes cambios, tanto en las fincas como en las factorías. Es claro que esta tecnología puede reducir el costo de producción, aunque su uso masivo tendría un impacto social negativo, ya que podrían perderse muchos empleos en las zonas de producción. Los problemas en el actual sistema de cosecha, así como la tecnología de la cosecha a granel, se presentan en la siguiente secuencia fotográfica (Fotos 124 al 129):



Foto 129. Cosecha a granel



Foto 124. Sistema de cosecha obsoleto



Foto 125. Gran cantidad de caballos



Foto 126. Acopio en carreteras (peligro)



Foto 127. Acopio en carreteras (peligro)



Foto 128. Cargando en plena calle





Sección XII: Consideraciones sobre las Fases de Desarrollo de la Planta de Arroz

Sección XII:	
Consideraciones sobre las Fases de Desarrollo de la Planta de Arroz	129
Las fases de desarrollo y crecimiento y su relación con el manejo de las enfermedades	130
a) Fase vegetativa	130
b) Fase de reproducción	130
c) Fase de madurez	131
Implicaciones del manejo del cultivo de arroz	131
En cuál fecha sembrar	131
¿Realizará retoño o doble siembra?	132
¿Cuál será su sistema de siembra?	132
¿Cuáles serán sus prácticas de manejo?	132
¿Cuál será la manera de monitorear la presencia de plagas y enfermedades?	132
A quién le debe vender el productor	133

Las fases de desarrollo y crecimiento y su relación con el manejo de las enfermedades

La planta de arroz, para lograr una buena producción, debe comportarse satisfactoriamente en sus tres fases de desarrollo y crecimiento. Como las plagas y enfermedades que atacan al cultivo van variando de acuerdo con dichas fases, implica que el productor debe adecuar el manejo agronómico a los cambios que ocurran en las plantas. De esa manera puede evitar que se presenten problemas.

a) Fase vegetativa

En la fase vegetativa inicial la planta puede ser atacada por *Piricularia*, enfermedad que puede causar daños a la planta en cualquier estado. La alta humedad relativa en las mañanas favorece su desarrollo. Para su control lo más aconsejable es el uso de variedades resistentes, pero las mismas no siempre están disponibles. En ese sentido el control químico con fungicidas se presenta como la opción más factible.

Durante la fase vegetativa tardía la enfermedad más común es el Añublo de la Vaina, (*Rhizoctonia solani*), que ataca principalmente los tallos de las plantas. Una característica particular de esta enfermedad es que se presenta en forma de parches, lo cual favorece su plena identificación. Los daños empiezan a partir de los 35 días después de la siembra, aunque en esos momentos los síntomas no son visibles. Al inicio de la floración los daños ya se pueden observar.

La Hoja blanca aparece en esta fase y básicamente en las variedades susceptibles a la misma. La enfermedad se puede minimizar controlando al insecto vector, pero lo más útil es la siembra de variedades resistentes al virus. Cuando los daños ocurren en fases tempranas pueden ser reversibles. Pero en esos casos el ciclo de las variedades se alarga, ya que las plantas tienen que formar nuevas hojas para reemplazar las que hayan muerto.

b) Fase de reproducción

En la fase de floración, la *Piricularia* del cuello de la panícula es la enfermedad de más importancia y la que realmente preocupa a los productores. Las pérdidas pueden ser totales si coinciden los siguientes factores: variedades susceptibles, población del hongo altamente virulenta, ambiente favorable al patógeno y desencadenamiento de la infección (Carrera, 2001).

Las condiciones ambientales son muy importantes, particularmente la combinación de temperaturas cálidas durante el día y frescas en la noche, lo que favorece la propagación de bacterias, como *B. glumae*. Lluvias en horas de la mañana y alta humedad relativa son factores claves en la incidencia de enfermedades fungosas, por tanto, el productor debe monitorear las mismas y aplicar fungicidas específicos, disponibles en el mercado, cuando sea necesario.

Un problema grave que ocurre en esta fase es el vaneamiento de la panícula y que, aparentemente, no es causado por hongos. Temperaturas por encima de 32° C al momento de la fecundación pueden producir vaneamiento de la panícula.

c) Fase de madurez

El productor está compelido a proteger la panícula contra *Piricularia*, Manchado de grano, de *Rhizoctonia* y de ataques de hiedevivos. Estos últimos insectos se alimentan de granos en estado lechoso, lo que impide que estos completen su proceso de llenado, mientras que la *Rhizoctonia* puede causar el acame de las plantas, como consecuencia de los daños iniciados en la fase vegetativa.

Tres semanas después de la floración el productor debe concentrarse en lo concerniente a la cosecha. El cultivo alcanza su madurez fisiológica a los 25 días después de la floración, tornándose los granos de color amarillo. La cosecha se debe iniciar cuando los granos de arroz tengan entre 22-24% de humedad.

Implicaciones del manejo del cultivo de arroz

En el cultivo de arroz, el manejo juega el rol determinante para una buena producción y rentabilidad de las cosechas. El productor realiza un manejo similar en todas las variedades, la diferencia está en los momentos y frecuencias en que él realiza las actividades. Por tanto, debe conocer las características fisiológicas de la variedad que piensa sembrar para planificar adecuadamente las labores de cultivo y determinar sus necesidades de recursos económicos. En rigor, cada productor debe elaborar una guía propia de manejo en la cual puede incluir aspectos tales como:

- En cuál fecha sembrar (tanto en primavera como en invierno)
- Realizará retoño o doble siembra
- Cuál será su sistema de siembra (trasplante o directo)
- Cuáles serán sus prácticas de manejo (preparación terreno, fertilizantes a aplicar, control de malezas y de plagas y enfermedades)
- Cuál será la manera de monitorear la presencia de plagas y enfermedades
- Cuáles son sus costos de producción
- Quién será su fuente de financiamiento
- A quién le venderá el arroz
- Cuáles serían sus beneficios económicos

En cuál fecha sembrar

El productor debe sembrar en la fecha adecuada tomando en cuenta el ciclo de la variedad. Debe planificar sus siembras de tal manera que el cultivo no esté expuesto a los días más cortos durante la floración, pues esto induce a menores rendimientos al reducirse la radiación solar disponible. Si el productor piensa retoñar, no debe sembrar muy al final del periodo de siembra de la primera etapa, es decir,

Sección XII: Consideraciones sobre las Fases de Desarrollo de la Planta de Arroz

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

que no debe pasar del mes de marzo. Si siembra después de este mes, el retoño sería cosechado a finales de año.

En algunas zonas ocurren inundaciones desde abril a mayo, como en el Bajo Yuna, por lo cual el productor debe sembrar en una fecha que le permita cosechar antes del 20 de abril. En Bonao las lluvias son abundantes durante todo el año (Anexos 10 a, b y c). Los productores deben evitar cosechar en diciembre y mucho menos en enero.

¿Realizará retoño o doble siembra?

Si el productor piensa retoñar, debe empezar a realizarlo desde la siembra de primavera, seleccionando la mejor variedad disponible. Asimismo, debe drenar el terreno a tiempo para no cosechar con el terreno inundado

¿Cuál será su sistema de siembra?

Si el sistema de siembra es directo con semilla pregerminada se debe tener en cuenta que el control de los arrozales indeseables será su principal problema y con el cual tendrá que enfrentarse durante los primeros 60 días de cultivo. Si el productor piensa hacer semillero y luego trasplantar, debe estar consciente de la necesidad de jornaleros para realizar esta labor.

¿Cuáles serán sus prácticas de manejo?

Las prácticas de manejo del cultivo de arroz no tienen grandes variaciones ni entre regiones ni entre productores, y las mismas son las siguientes:

- Preparación del terreno (corte, mureo, fanguero y nivelación)
- Control de ratas y caracoles antes de la siembra
- Siembra (trasplante, directa manual o directa con sembradoras)
- Control de malezas, de plagas y enfermedades
- Fertilización
- Protección de la panícula contra piricularia y el manchado de grano (con fungicidas e insecticidas)
- Cosecha (mecanizada)

¿Cuál será la manera de monitorear la presencia de plagas y enfermedades?

El productor debe estar atento a los cambios que ocurran en las condiciones ambientales, pues las mismas están estrechamente relacionadas con la incidencia de enfermedades foliares. Alta humedad relativa, días nublados y temperaturas altas predisponen al cultivo para el ataque de enfermedades, lo mismo ocurre con las altas densidades de siembra. La presencia de aves como garzas no es una manera confiable para determinar la incidencia de insectos plagas en el cultivo. Estas aves,

Sección XII: Consideraciones sobre las Fases de Desarrollo de la Planta de Arroz

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

para fines de su alimentación, no discriminan al momento de alimentarse entre éstas y la fauna de benéficos.

Para un efectivo monitoreo de las plagas, el productor debe utilizar redes entomológicas, con las cuales puede recolectar insectos y medir los niveles poblacionales. Sin embargo, la presencia de síntomas es la herramienta más elemental que tiene el productor para monitorear la presencia de plagas en el cultivo de arroz.

A quién le debe vender el productor

El productor sólo tiene dos opciones de vender su arroz. La primera y más común es venderle a las factorías, quienes a su vez lo distribuyen al público a través de comerciantes mayoristas y detallistas. La otra opción es pagar por el procesamiento del arroz en cáscara y venderlo directamente, ya elaborado.

Cuando el productor le vende al molinero tiene el inconveniente de que éste le determina tanto el precio como la tara, mientras que si él mismo lo comercializa debe esperar más tiempo para realizar la venta total del cereal.





Sección XIII: Problemas a Resolver en el Cultivo del Arroz

Sección XIII:	
Problemas a Resolver en el Cultivo del Arroz . . .	135
Problemas más comunes del cultivo de arroz	136
Hojas	136
Tallos	137
Panículas	138
La Planta	139

Problemas más comunes del cultivo de arroz

El cultivo de arroz se ve afectado por diversos problemas durante sus distintas fases de desarrollo, teniendo algunos de ellos la capacidad de reducir drásticamente los niveles de rendimiento y la rentabilidad de las cosechas. Una correcta y oportuna identificación de dichos problemas le permitiría al productor realizar las medidas de control apropiadas para minimizar los daños.

A continuación se presentan los problemas fitosanitarios comunes y que inciden sobre el cultivo, sus causas y sus síntomas. También se presentan las indicaciones de manejo, de tal manera que el productor esté debidamente informado (Tabla 35).

Tabla 35. Problemas Comunes en el Cultivo de Arroz

Hojas	Hojas blanquecinas en la nervadura central (deficiencia de Zn) Hojas con manchas color café (toxicidad de Fe) Hojas blanquecinas en la lámina foliar (Hoja blanca) Hojas con punta quemada Hojas con manchas lineales Hojas con picaduras Vainas de color marrón
Tallos	Manchas grisáceas (Rhizoctonia) Tallos cortados o perforados (ratas e insectos)
Panícula	Cuello de la panícula amarillento Granos manchados Granos picados (chinches) Granos con masas redondas de color verde amarillo
Planta	Acame (variedades, vientos fuertes) Muerte (caracoles, enfermedades)

Hojas

1. Hojas blanquecinas en la nervadura central. La nervadura central, así como la base de las hojas en emergencia, se tornan blanquecinas cuando en el suelo hay deficiencia de Zn. En las hojas viejas las manchas son color café. Lo importante para el productor es evitar que se presenten los problemas de deficiencia, lo cual es común en suelos alcalinos.

2. Hojas inferiores con manchas pequeñas color café. Estos síntomas son típicos de daños causados por la toxicidad de hierro (Fe). Las manchas empiezan en el ápice de las hojas inferiores, que al avanzar hacen que la hoja entera se torne

color café, púrpura, amarillo o anaranjada. En casos severos las hojas inferiores mueren y se reducen tanto el macollamiento como el crecimiento de la planta.

La toxicidad de Fe es causada por alto contenido de este elemento en suelos ácidos inundados (IRRI, 1984). Cuando hay exceso de agua, el Fe pasa por un proceso químico conocido como reducción, el cual favorece su disponibilidad para las plantas de arroz. Para corregir el problema se sugiere el drenaje del campo por varios días, hasta que la planta recupere su desarrollo normal.

3. Manchas blancas o amarillentas. Se pueden observar manchas blancas o amarillentas u hojas moteadas típicas de virosis en la lámina foliar causadas por Hoja blanca. Esta enfermedad no tiene control, pero se puede minimizar reduciendo la población del insecto transmisor (Sogata).

4. Puntas quemadas, causadas por *Rhynchosporium oryzae*. Condiciones de alta humedad relativa y altas densidades de siembra favorecen la incidencia de las puntas quemadas, principalmente en las fases reproductiva y de madurez. La enfermedad se transmite por semilla, por lo cual resulta válido el tratamiento a la semilla con fungicidas para minimizar su incidencia.

5. Manchas color café. Las lesiones en forma romboide, color café con centros grisáceos son causadas por *Pyricularia grisea*. Otras manchas color café, pero de forma lineal, son causadas por *Helminthosporium oryzae*. Las manchas por *Pyricularia* se observan antes de la floración, mientras que las de *Helminthosporium* son más comunes después de esta etapa del cultivo. Para el control de ambas enfermedades se pueden utilizar fungicidas específicos, disponibles en el mercado local.

6. Hojas con picaduras. La *Hydrellia* y la Sogata al alimentarse de las hojas producen picaduras en las hojas, al igual que el gorgojo o picudo acuático (*Lissorhoptrus oryzophilus*). El picudo adulto se alimenta de las hojas, causando cicatrices entre las venas, que le dan apariencia de desgarradura, como ventanillas. Se pueden utilizar diferentes insecticidas para controlar estos insectos, evitando al máximo utilizar piretroides.

7. Vainas color marrón. Durante el embuchamiento se puede observar que la vaina de la hoja bandera adquiere manchas oblongas o irregulares de color marrón. Estas lesiones son causadas por *Sarocladium oryzae*, mientras que la enfermedad se conoce con el nombre de Pudrición de la vaina. Las plantas enfermas pueden estar infestadas por barrenadores o tener otros daños en la parte baja del tallo.

Tallos

1. Manchas grisáceas. Después del primer mes de siembra, en los tallos se pueden observar manchas elípticas u ovaladas, grisáceas y de más de 1 cm de longitud causadas por *Rhizoctonia solani*. En esta etapa los daños no son significativos, pero deben controlarse para evitar problemas futuros, como el acame prematuro del cultivo.

Sección XIII: Problemas a Resolver en el Cultivo del Arroz

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos



Foto 130. *Spodoptera frugiperda*



Foto 131. Vaneamiento de la panícula causado por *S. frugiperda*

2. Tallos cortados. Cuando en el campo se observan tallos cortados a partir de la floración es una señal clara de la presencia de ratas en el cultivo. Los daños pueden ser muy severos si las ratas no son controladas de forma efectiva y oportuna. Para reducir la población de ratas se pueden utilizar perros entrenados o aplicar cualquier tipo de raticida disponible en el mercado. Lo importante es evitar que sigan cortando tallos.

3. Tallos perforados. Insectos barrenadores en estado larvario, conocidos como gusanos (*Spodoptera spp*), (Foto 130), perforan los tallos de arroz provocando su muerte y el vaneamiento de la panícula (Foto 131). La presencia de excrementos en los tallos, así como perforaciones en los mismos delata la presencia de las larvas del insecto, que son las responsables de los daños. Los ataques suelen ocurrir durante los primeros veinte días, en los que no hay una lámina continua de agua. El agua es un buen controlador del gusano cortador. Por eso, al primer síntoma de ataque de gusano, el mejor remedio es levantar la lámina de agua para ahogarlos (Blázquez, 2006). Pero si se requiere de control químico, se puede aplicar el insecticida Rimon 10 EC, u otros productos disponibles en el mercado.

Panícula

1. Cuello de la panícula amarillento. Cuando esta parte de la planta se torna amarillenta durante la etapa de floración, es una indicación del ataque de *Piricularia* del cuello de la panícula. El mejor control de esta enfermedad es la prevención, utilizando fungicidas apropiados al inicio de la floración.

2. Vaneamiento. Esta condición es la más temida por los productores de arroz, está asociada a altas temperaturas ambientales durante la floración. Cuando aparece el vaneamiento, los granos no completan el proceso de llenado, quedando vacíos. La patología se detecta fácilmente porque la panícula permanece erecta durante la fase de madurez del cultivo.

3. Granos manchados. Los granos de arroz pueden ser atacados simultáneamente por diversas enfermedades, produciendo el manchado de los mismos. Para evitar esta patología lo más apropiado es utilizar fungicidas en forma preventiva al inicio de la floración. También es posible observar granos retorcidos o manchados por el virus de Hoja blanca y por bacteriosis.

4. Granos picados. Los chinches durante su alimentación pican los granos lechosos o pastosos, evitando así que estos se llenen de forma natural. Estos insectos se reconocen por su característico olor fétido que da origen a su nombre vulgar, hiedevivos. Esta plaga se controla utilizando preferiblemente insecticidas de acción sistémica, pero también se pueden emplear los de contacto.

5. Granos con masas redondas de color verde amarillo. Cuando los granos de arroz adquieren esta condición es que están infectados por la enfermedad conocida como Falso Carbón. Es muy común en condiciones de alta humedad relativa, aunque también la enfermedad es favorecida por condiciones de lluvias continuas, suelos fértiles y exceso de Nitrógeno. Normalmente el hongo no ataca a todos los granos de la panícula, por lo que sus daños no son tan severos como ocurre con otras enfermedades fungosas.

La planta

1. Acame. Durante la etapa de madurez las plantas pueden acamarse, trastornando la cosecha mecanizada y produciendo pérdidas en los niveles de rendimiento esperados. Variedades susceptibles al acame, altas densidades de siembra, exceso de nitrógeno y de agua, ataques de *Rhizoctonia*, el sistema de siembra y los vientos fuertes son las causas de este problema. Si la variedad es susceptible al acame, no se debe utilizar en siembra directa. De hecho, la siembra de variedades resistentes es la mejor opción para evitar el problema de acame del cultivo de arroz (Foto 132).



Foto 132. Acame de la planta

2. Muerte. El ataque de caracoles es la causa más común de la muerte de las plantas de arroz. Estos moluscos comen plantas completas, de tal manera que el terreno queda como si no se hubiera sembrado previamente. El uso de molusquicidas antes de la siembra es una manera eficiente de reducir la población de esta plaga. También algunas enfermedades causan la muerte de la planta de arroz, pero en menor medida que los caracoles.





Sección XIV: Revisión de Literatura

Sección XIV: Revisión de Literatura

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Guías técnicas

- Benacchio, S. y Avilán, W. 1991. Zonificación Agroecológica del Cultivo de Arroz en Venezuela. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela, FONAIAP. Disponible en: http://www.ceniap.gov.ve/pbd/Monografias/benacchio_s/zonific
- Blázquez, M. 2006. El Manejo del Riego en el Cultivo del Arroz. Organización para Estudios Tropicales, Costa Rica. Disponible en: http://www.conarroz.com/pdf/manejo_riego_arroz.pdf
- Domínguez, A. 2003. Módulo Arroz. Disponible en: <http://ftpctic.agr.ucv.ve/intranet/agronomia/cereales/guiade...>
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) 1984. Manual de Evaluación Estándar de Arroz. Cali, Colombia. 30 pag.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) 2001. Guía para el Trabajo de Campo en el Manejo Integrado de Plagas del Arroz. 2001. 4ta edición. IIA, FLAR, CIAT. Cali, Colombia. 76 pag.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) 2005. Morfología de la planta de arroz. Guía para el Trabajo de Campo en el Manejo Integrado de Plagas del Arroz. 2001. 4ta edición. IIA, FLAR, CIAT. Cali, Colombia. 76 pag.
- Calvert, L. y Reyes, L. A. 1999. Manejo del Complejo Sogata-Virus de la Hoja blanca en el Cultivo de Arroz. Boletín informativo, CIAT, Corpoica, FEDEARROZ, FLAR. Cali, Colombia.
- Chaudhary, R.C., Nanda, J.S. y Tran, D.V. 2003. Guía para Identificar las Limitaciones de Campo en la Producción de Arroz. Comisión Internacional del Arroz, FAO, Roma.
- FAO 2009. Problemas y Limitaciones de la Producción de Arroz. Preparado por el Departamento de Agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/006/Y2778S/y2778s04.htm> - 110k
- FERSAN (Fertilizantes Santo Domingo) 2008. Guía Práctica FERSACOL para el Manejo Integrado del Caracol en el Cultivo de Arroz. Santo Domingo, República Dominicana. 10 pag.
- FERSANITO 2008. La Tecnología Tigre Llega al Tabaco. Boletín Informativo FERSAN, Edición No. 8. Santo Domingo, República Dominicana. 12 pag.
- IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales) 2001. La Variedad de Arroz Juma 67. Contenido científico: Ángel Adames y colaboradores. Juma, Bona, República Dominicana.
- IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales) 2002. Idiaf 1: Una Nueva Variedad de Arroz para la República Dominicana. Contenido científico: Ángel Adames y colaboradores, Juma, Bona, República Dominicana. 7 pag.
- Impale Agrícola, C x A. 2006. Características Generales de la Variedad de Arroz Yocahú CFX 18. Contenido científico: César Moquete y Manuel Leonardo. Santiago de los Caballeros, República Dominicana. 5 pag
- IRRI (International Rice Research Institute) 1984. Problemas del Cultivo de Arroz en los Trópicos. Traducción: Manuel Rosero. Los Baños, Laguna, Filipinas.

Sección XIV: Revisión de Literatura

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

- Meneses, R., Gutiérrez, A., García, A., Antigua, G; Gómez, J., Correa, F., Calvert, L. 2001. Guía para el Trabajo de Campo en el Manejo Integrado de Plagas del Arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Cali, Colombia. 71 pag.
- PROSEDOCA (Productora de Semillas Dominicana, C x A). 1995. Cristal 100 Una Variedad Nueva de Arroz. Santiago de los Caballeros, República Dominicana
- PROSEQUISA (Productora de Semillas Quisqueya, S A). 1995. Características de la Variedad Prosequisa 4. El Pino, La Vega, República Dominicana. 4 pag.
- PROSEQUISA (Productora de Semillas Quisqueya, S A) 2008. Características de la variedad Prosequisa 5. El Pino, La Vega, República Dominicana. 4 pag.
- PROSEQUISA (Productora de Semillas Quisqueya, S A). 2008. Características de la Variedad Prosequisa 10. El Pino, La Vega, República Dominicana. 4 pag.
- Quintero, C. y Spinelli, N. 2005. Circular Técnica Fertilización en el Cultivo de Arroz. Disponible http://www.compo.com.ar/fichas/circular_tecnica_arroz.pdf
- Rosario, J. y Moquete, C. 2001. Malezas y Herbicidas Aplicados en el Arroz en la República Dominicana. IDIAF, Santo Domingo, República Dominicana. 34 pag.
- Tascón, E. y Fischer, A. 1997. Principales malezas del arroz tropical. 99-122. Manejo Integrado de Plagas en Arroz. Editores: Alberto Pantoja, Albert Fischer, Fernando Correa-Victoria, Luis R. Sanint, y Ramírez, A. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali. Disponible en: http://www.ciat.cgiar.org/riceweb/pdfs/segunda_parte_7.pdf - 84k
- Vergara, B. Guía para el Nuevo Arrocerero. 1982. Traducido por Federico Cuevas. Instituto Superior de Agricultura/Centro de Investigaciones Arroceras. República Dominicana.

Libros y referencias

- Arrozsos. 2009. El Origen del Cultivo de Arroz. Disponible en: http://www.arrozsos.com/articulos/ver/el_origen_del_cultivo_... - 22k -
- Alimentación-Sana. Org. La Dieta del Arroz. Disponible en http://www.alimentacion-sana.com.ar/Portal_nuevo/dietas/plan... - 49k
- Acosta G., M. 2009. Los detallistas se ganan la mayor tajada entre intermediarios arroz. Periódico Hoy, edición 21 Enero, sección Economía. Santo Domingo, República Dominicana
- Banco Central de la Republica Dominicana. 2009. Aportes del Sector Agropecuario al Producto Interno Bruto. Disponible en: www.bancentral.gov.do/estadisticas.
- Bravo, M. 2006. Las Relaciones Suelo planta, Clima y sus Interacciones en el Cultivo del Arroz (*Oryza sativa*). Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Disponible en: <http://ftpctic.agr.ucv.ve/intranet/postgrado/suelo/arroz.doc> - 67k
- Cadavid, Y. et al 1985. Descripción y Daños de los Insectos que Atacan el Arroz en América Latina. En: Arroz: Investigación y Producción. Editado por Eugenio Tascón y Elías García. CIAT, Cali, Colombia.
- Campo-Agricultura. 2009. Arroz Características. Disponible en campo.es/campo/webApp?resource

Sección XIV: Revisión de Literatura

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

- Carrera, M. (Oficina de Arroz de Costa Rica). 2001. Reconocimiento y Manejo de las Principales Enfermedades del Arroz en Costa Rica. San José, Costa Rica, 80 pag.
- Castillo, A. y Moquete, C. 2005. Semillas de Calidad: Un Paradigma para la Seguridad Alimentaria. Estudio de Caso: El Caso de los Granos Básicos: Arroz, Habichuela y Maíz. CEDAF, Republica Dominicana.
- Cisneros Vera, F. H. Una Estrategia para Proteger los ecosistemas agrícolas: El Manejo Integrado de plagas. Disponible en: http://www.geocities.com/ecosistemas_peru/fv_cisneros.pdf -
- Consejo Federal de Ciencia y Tecnología de Corrientes, Argentina. Debilidades y Desafíos Tecnológicos del Sector Productivo, Arroz. Disponible en: http://www.cofecyt.mincyt.gov.ar/pcias_pdfs/corrientes/UIA_a... - 35k
- Departamento de Fomento Arrocero, SEA. 2008. Costo de Producción del Arroz. Documento impreso. Juma, Bonaó, República Dominicana.
- Doberman, A. y Fairhurst. T. 2000. Manejo del nitrógeno en Arroz. <http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/87cb8a98bf72572b8525693...> - 62k
- Emmott, W. Kernighan, T., Tobin, C., Gonzalez, H. and Freeman, B. Growth Stage of Rice. Disponible en: <http://www.plant.uoguelph.ca/courses/pbio-3110/documents/Ric>
- FAO 2004. El Arroz y la Nutrición Humana (El Arroz es Vida). Disponible en: <http://www.fao.org/rice2004/es/f-sheet/hoja3.pdf>
- Fernández, F. et al 1985. Crecimiento y Etapas de Desarrollo de la Planta de Arroz. En: Arroz: Investigación y Producción. Editado por Eugenio Tascón y Elías García. CIAT, Cali, Colombia.
- Flor, C. A. 1985. El Diagnóstico de Problemas en Arroz y su Aplicación. En: Arroz: Investigación y Producción. Editado por Eugenio Tascón y Elías García. CIAT, Cali, Colombia.
- González, J. 1985. Origen, Taxonomía y Anatomía de la Planta de Arroz (*Oryza sativa* L). En: Arroz: Investigación y Producción. Editado por Eugenio Tascón y Elías García. CIAT, Cali, Colombia.
- González, J., Rosero, M. y Arregocés, O. 1985. Morfología de la Planta de Arroz. En: Arroz: Investigación y Producción. Editado por Eugenio Tascón y Elías García. CIAT, Cali, Colombia.
- Heinrichs, E. A. Manejo de los insectos Plaga del Arroz. Departamento de Entomología, Universidad de Nebraska. Disponible en: <http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/arrozSp.htm> - 67k
- Infoagro.com. El Cultivo de Arroz (Curso e La red). Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.asp> - 44k
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 2003. Estudio de Mercado sobre el Arroz. Santo Domingo, República Dominicana.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) 1998. Manejo Integrado del Cultivo de Arroz en el Ecuador. Guayaquil, Ecuador. 58 pag

Sección XIV: Revisión de Literatura

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

- Jaramillo, S. 2007. Principales Plagas del Cultivo de Arroz en el Valle del Cauca. Disponible en: <http://www.blanquita.com.co/articulos/articulo1.html> - 12k
- Jennings, P., Coffman, W. R. y Kauffman, H. E. 1979. Rice Improvement. IRRI, Los Baños, Laguna, Filipinas. 186 pag.
- Jennings, P. 1985. Ecosistemas en Relación al Mejoramiento del Arroz. Arroz: Investigación y Producción. Editado por Eugenio Tascón y Elías García. CIAT, Cali, Colombia.
- León, L. E. y Arregocés, O. 1985. Química de los Suelos Inundados. En: Arroz: Investigación y Producción. Editado por Eugenio Tascón y Elías García. CIAT, Cali, Colombia.
- Luque, J. 2009. La Producción de Arroz. En: Portal besana Agrícola. (Portalbesana.es/información)
- Matsuo, T. et al. 1995. Science of the Rice Plant: Vol. 2 Physiology. Food and Agriculture Policy Research Center. Tokio, Japan.
- Matsuya, K., et al. 2002. Reporte de Análisis de Suelo y Encuesta para el Cultivo de Arroz en República Dominicana. JICA, Santo Domingo, República Dominicana
- McCauly, G. 2009. Ratoon Crop Management Presentation. Texas Agricultural Experiment Station, Beaumont, Tx. USA Disponible en: <http://beaumont.tamu.edu/eLibrary/SlideShow/RatoonCropManage>
- Méndez del Villar, P. 2008. Análisis del Mercado Mundial del Arroz. XVI Jornadas Técnicas de Arroz. CIRAD, Zaragoza, España, Disponible en: http://www.infoarroz.org/portal/uploadfiles/20080212142543_9...
- Montealegre, F. y Vargas, P. 1992. Manejo y Caracterización del Arroz Rojo en Colombia. En: Arroz en América Latina: Mejoramiento, Manejo y Comercialización. CIAT, Cali, Colombia.
- Moquete, C. 2004. Generalidades del Cultivo de Arroz en la República Dominicana. IDIAF, Juma, Bona, República Dominicana, 57 pag.
- Mundo Banquete. com: Origen del Arroz. Disponible en: <http://www.mundobanquete.cl/?cat=17> - 11k
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) 2008. Producción Mundial y Mercado de Arroz. Disponible en la red. Wikipedia
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) 2004. El Arroz y la Nutrición Humana. Disponible en la red: <http://www.fao.org/rice2004/es/f-sheet/hoja3.pdf> - 49k
- Pantoja, A; Fischer, A; Correa-Victoria, F; Sanint, L. R; Ramírez, A. 1997. MIP en arroz: Manejo integrado de plagas. Fundación Polar, FEDEARROZ, FLAR, CIAT. Caracas, Venezuela, 146 pag.
- Pantoja, A. Aplicaciones Prácticas del MIP en Arroz. En Artrópodos Plaga Relacionados con el Arroz en América latina. Disponible en: http://www.ciat.cgiar.org/rice-web/pdfs/segunda_parte_6.pdf

Sección XIV: Revisión de Literatura

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

- Perdomo, M. 1985. Los Macronutrientes en la Nutrición de la Planta de Arroz. En: Arroz: Investigación y Producción. Editado por Eugenio Tascón y Elías García. CIAT, Cali, Colombia.
- Periódico El Observador de Uruguay 25 de mayo del 2008. El arroz en el Uruguay y en el Mundo. Disponible en: <http://rigofa.blogdiario.com/1211670060/> - 101k
- Peske, S. T. y Albuquerque B., A. C. 1998. Produção de Arroz Irrigado. Universidad Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Philippine Rice Research Institute. 2006. Global Advances in Ecology and Management of Golden Apple Snail. Editado por Ravindra C. Joshi y Leocadio S. Sebastián. Nueva Ecija, Muñoz, Filipinas, 588 pag.
- Pinheiro, B. y Guimaraes, E. 1995. Arroz na América Latina: Perspectivas para o incremento da produção e do potencial productivo. Goiânia, Brasil.
- Prabhu, A. S. y Bedendo, L. P. 1990. Principales Enfermedades del Arroz en Brasil, 2da edición. EMBRAPA-CNPAP, Goiania, Brasil. 31 pag.
- Price Rodríguez, A. periódico El País. 2007. Cali Colombia. Disponible en: <http://www.el-pais.com.co/paisonline/notas/Diciembre122007/ec>
- Rosario, J. 2003. Manejo del Manchado y Vaneamiento de la Panícula del Arroz. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Programa de Cereales. Juma, Bona, República Dominicana.
- Rosario, J. y Moquete, C. 2006. The Aquatic Snail *Ampullaria canaliculata* L. Plague of Irrigated Lowland Rice in the Dominican Republic. En: Global Advances in Ecology and Management of Golden Apple Snails. Editado por Ravindra C. Joshi y Leocadio S. Sebastian. Nueva Ecija, Instituto Filipino de Investigación de Arroz, Filipinas
- Suárez Crestelo, E. 2007. Origen, Diversidad y Distribución del Género *Oryza*. Primer Curso de Mejoramiento Genético de Arroz. Sancti Spiritu, Cuba.
- Tejada, F. et al. 2004. El Vaneamiento en el Arroz. La Vega, República Dominicana
- Vargas, P. 1985. El Arroz y su Medio Ambiente. En: Arroz: Investigación y Producción. Editado por Eugenio Tascón y Elías García. CIAT, Cali, Colombia. wikipedia.org/wiki/Oryza_sativa - 48k
- Zamalloa Calle, E. E.: Comparativo de Rendimiento de Cuatro Variedades de Arroz en Pozas con Enmiendas en Dos Localidades de la Selva del Manú en Perú. Disponible en: <http://www.edym.com/pm/promanu/web01/literat.htm>

Tesis de grado

- De la Cruz H., C. D. y De la Cruz H., Y. R. 2008. Efecto de Diferentes Niveles de Potasio sobre la Tasa de Vaneamiento de dos Variedades de Arroz en el Municipio de Esperanza, Provincia Valverde. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad ISA. Santiago de los Caballeros, República Dominicana. 62 Pag.
- Dorville V., P. R. y Ramírez E., E. E. 2008. Caracterización de Siete Genotipos de Arroz con Relación al Vaneamiento en la Provincia Valverde. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad ISA. Santiago de los Caballeros, República Dominicana. 41 Pag.
- Franco V., A. L. y Rosa P., L. M. 2008. Caracterización de Siete Genotipos de Arroz con Relación al Vaneamiento en la Región Noroeste de la República Dominicana. Tesis Ingeniero Agrónomo. Santiago de los Caballeros, República Dominicana. Universidad ISA. 53 Pag.
- Gonzáles B., T. G. y Castillo, P. S. 2003. Biología de la Mosca Minadora del Arroz *Hydrellia wirthi* korytkowski. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Tumbes. Tumbes, Perú.
- Pichardo R., R. A. y Violet, J. A. 2008. Evaluación del Efecto de Diferentes Niveles de Potasio sobre la Tasa de Vaneamiento de dos Variedades de Arroz en Santiago de los Caballeros. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad ISA. Santiago de los Caballeros, República Dominicana. 44 Pag.
- Quezada V., C. J. y Toribio Castro, D. 2008. Evaluación del Efecto de Diferentes Niveles de Potasio sobre la Tasa de Vaneamiento de dos Variedades de Arroz en Esperanza, Valverde. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad ISA. Santiago de los Caballeros, República Dominicana. 47 Pag.
- Sigüeñas, E. Y. y Corman C., C. 2002. Efecto del Neem *Azadirachtina indica* (Trilogy 70 y Neemix 4.5) en el control de la mosca blanca *Aleurodicus cocois* en el Palto Cultivado en Huaraz, Lima, Perú. Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/conventionentomologia/insecticida>.
- Yuan, X. 2004. Identification of Bacterial Pathogens Causing Panicle Blight of Rice in Louisiana. Tesis MSc. Facultad de Graduados Universidad del Estado de Louisiana. Louisiana, Estados Unidos. Disponible en: <http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-01282004-111538>

Artículos científicos

- Bollich, P. K. et al. Rice Response to 5% Heading Applications of Fertilizer Nitrogen. Feb-March 2004. En: Proceedings of the Thirtieth Rice Technical Group. New Orleans, Louisiana, USA
- Chien, S.H., Gearhart, M.M. y Collamer, D.J. 2001. Efecto de diferentes fuentes de N amoniacal sobre la acidificación del suelo. Centro Internacional para el Desarrollo de la Fertilización (International Fertilizer Development Center, IFDC). Adaptado por Ing. Ftal. Ana Maria Lupi.
- Correa-Victoria, F. 2005. Asociación de la Bacteria *Burkholderia glumae* al Complejo Aca-ro-hongo-bacteria en Panamá. Observaciones sobre Muestras Afectadas por el Complejo en Campos de Arroz en Panamá. CIAT, Cali, Colombia.

Sección XIV: Revisión de Literatura

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

- Correa, F. y Colaboradores. 2008. Identification of Bacterial Pathogens Associated to Mite-fungus-bacterium Disease Complex. FONTAGRO - CIAT. Cali, Colombia.
- Dunn, D. J., Stevens, W. E. y Beighley, D. 2004. Potassium and Rice Production: Missouri Update. En: Proceedings of the Thirtieth Rice Technical Group. Feb-March 2004. New Orleans, Louisiana, USA.
- Estebenet, A. L. y Martin, P. R. 2002: "*Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae): Life-history traits and their plasticity". *Biocell*. 26 (1):83-89. Universidad Nacional del Sur, Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, San Juan 670, 8000 Bahía Blanca, Argentina. Disponible en: www.applesnail.net/content/literature.php
- Groth, D. E. y Frey, M. J. 2004. Seed Transmission of Bacterial Panicle Blight Pathogen *Burkholderia glumae*. En: Proceedings of the Thirtieth Rice Technical Group. Feb-March 2004. New Orleans, Louisiana, USA.
- Gutierrez, S. y Mazzanti de Castañón, M. A. 2001. Hongos Asociados a Granos Manchados de Arroz. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt/2001/5-Agrarias/A-052.pdf> - 51k
- IRGA (Instituto Rio Grandense do Arroz) 2008. La fertilización Equilibrada Aumenta la Productividad del Arroz. Revista Lavoura arrozeira. Porto Alegre, Río Grande do Sul, Brasil.
- Medina, O. 2002. Estudio Sobre Fluctuación Poblacional de Sogata (*Tagosodes orizicolus*) y otros Artrópodos Plaga en la Primera Etapa de Siembra de Arroz. Esporas 1(2).
- Medina, O. 2002. Fluctuación Poblacional de Insectos Plaga y Artrópodos Benéficos en el Cultivo del Arroz en Juma, Bonao. Programa de Cereales, IDIAF, República Dominicana. 6 pag.
- Meza Moller, A. et al 2007. Variabilidad Morfológica, Patogénica, y Susceptibilidad a Fungicidas de *Rhizoctonia solani* Aislado de Rizósfera de *Vitis vinífera* Var. Perlette Sedles. Revista Mexicana de Micología, Vol. 024. Sociedad Mexicana de Micología, Xalapa, México.
- Mohammed, A. R. and Tarpley, L. 2009. Effects of High Night Temperatures on Productive Tillers, Panicle and Grain Characteristics and Grain Yield of Rice Plants. Texas Agrilife Research Center at Beaumont. Texas, USA.
- Norman, R. J. et al 2004. Evaluation of Several Nitrogen Fertilizers for Use at Preflood in Delayed Flood Rice. Feb-March 2004. En: Proceedings of the Thirtieth Rice Technical Group. New Orleans, Louisiana, USA.
- Núñez, A. V. 2002. Incidencia de Insectos Plaga en Cultivo de Retoño Variedad de Arroz Prosequisa 4. Programa de Cereales, IDIAF, República Dominicana.
- Pantoja, A. 1997. Artrópodos Relacionados con el Arroz en América Latina. En MIP en arroz. Caracas, Venezuela, 73Pag.
- Parsons, C. E. et al. 2004. Bacterial Panicle Blight Disease of Rice in Arkansas. Feb-March 2004. New Orleans, Louisiana, USA. En: Proceedings of the Thirtieth Rice Technical Group. New Orleans, Louisiana, USA.

Sección XIV: Revisión de Literatura

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

- Peñaranda R., V. H. y Colaboradores. 1999. Manejo integrado de Sogata (*Tagosodes orizicolus*, Muir) en el cultivo de arroz en los Llanos Orientales de Colombia. FEDEARROZ, Villavicencio, Colombia.
- Puente, R.; Tona, C. y Rodríguez, N. Tratamiento de la semilla de arroz con insecticidas sistémicos como alternativa para el manejo de la chinche chapulín del arroz *Trigonotylus spp.* SOCIEDAD VENEZOLANA DE ENTOMOLOGÍA. ISSN: 1317-5262. VOL. 20, NUM. 2, 2005, PP. 127-204 Disponible en: <http://www.bioline.org.br/request?em05022> - 575k
- Pugh, B. C., DeLong, R. E., and Slaton, N. A. 2004. Potassium Fertilizer Rate and Application Time Effects on Grain Yield and Potassium Uptake by Rice in Arkansas. Feb-March 2004. New Orleans, Louisiana, USA. En: Proceedings of the Thirtieth Rice Technical Group. New Orleans, Louisiana, USA.
- Rodríguez Amiama, J. 2006. Mercado Mundial del Arroz. Disponible en: <http://www.conarroz.com/pdf/MERCADOMUNDIAL>.
- Schmutterer, H. 1990. Plagas de las Plantas Cultivadas en el Caribe. Alemania, GTZ.
- Shepard, B. M., Barrion, A. T., y Litsinger, A. 1987. Helpful Insects, Spiders and Pathogens. International Rice Research Institute, IRRI, Manila, Filipinas. 136 pág.
- Yuan. X. L., Shahjahan, A. K. M., and Rush, M. C. The Agents Causing Bacterial Panicle Blight Disease on Rice in Louisiana. . En: Proceedings of the Thirtieth Rice Technical Group. Feb-March 2004. New Orleans, Louisiana, USA.
- Weber, G. 1989. Desarrollo del Manejo Integrado de Plagas del Arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia.





Sección XV: Anexos

Sección XV: Anexos

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Anexo 1. Distribución de la Superficie Cultivada de Arroz en el Año 2003

Provincia	No. de productores	Área cultivada	
		Ta	Ha
Cibao Central/Nordeste			
Duarte	4,436	220,000	13836
La Vega	2,308	210,000	13208
María Trinidad Sánchez	4,017	205,000	12893
Sánchez Ramírez	2,362	130000	8176
Monseñor Nouel	823	40,000	2516
Subtotal	13,946	905,000	56918
Línea Noroeste			
Montecristi	2,471	130,000	8,176
Valverde	1,222	115,000	7,233
Dajabón	952	27,000	1,698
Subtotal	4,645	272,000	17107
San Juan	3,962	130,000	8,176
Resto del país	7,737	193,000	12,138
Total	30,290	1,500,000	94,340

Fuente: FrankTejada (en: El Vaneamiento en el Arroz, 2004)

Anexo 2. Infraestructura de Riego en la República Dominicana

Represas	Zonas de influencia	Area ha
Taveras	Santiago, Esperanza	9,110
Rincón	La Vega	7,575
Hatillo	Cotuí	22,000
Monción	Mao	19,332
Sabaneta	San Juan	18,780
Sabana Yegua	Valle de Azua y Barahona	43,000
Total		119,797

Tomado de: Cadena Agroalimentaria de Arroz en República Dominicana (IICA 2007)

Anexo 3. Principales Países Productores de Arroz (año 2008)

País	Producción arroz paddy (millones ton)	Participación a nivel mundial %
Mundo	661,811	
China	193	29
India	148	22
Indonesia	58	8.7
Bangladesh	47	7
Vietnam	36	5.4
Tailandia	29	4.44
Filipinas	17	2.5
Brasil	13	1.96
Japón	11	1.67
USA	9	1.4

Fuente: USDA 2009 (Tomado en: IRRI STATISTICS 2009)

Anexo 4. Principales Países Exportadores de Arroz* (año 2008)

Países	Cantidad millones ton
Tailandia	9
Vietnam	5
Pakistán	4
USA	3.1
India	2.5

Fuente: USDA 2009 (Tomado en: IRRI STATISTICS 2009)

Sección XV: Anexos

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Anexo 5. Principales Países Importadores de Arroz* (año 2008)

Países	Cantidad toneladas
Mundo	26,342,000
Filipinas	1,800,000
Irán	1,700,000
Irak	1,000,000
Malasia	830,000
Bangladesh	700,000
Japón	700,000
Brasil	615,000
Indonesia	350,000

Fuente: USDA 2009 (Tomado en: IRRI STATISTICS 2009)

Anexo 6. Rendimiento del Cultivo de Arroz en Diferentes Países del Mundo (año 2008)

Países	Rendimiento ton/ha
Mundo	4.25
U.S.A.	7.68
Peru	7.36
República de Corea	6.99
Japón	6.78
China	6.61
Colombia	5.57
Venezuela	4.98
Indonesia	4.88
Vietnam	4.88
República Dominicana	4.84
Brasil	4.45
Bangladesh	4.01
Filipinas	3.82
India	3.37
Tailandia	2.75
Myanmar	2.61

Tomado en: IRRI STATISTICS 2009, en la web (Fuente: USDA)

Anexo 7. Costo de Producción del Cultivo de Arroz en la República Dominicana
(Fuente: Fomento Arrocero, 2008)

ACTIVIDADES	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO RDS	VALOR RD\$	%
I. PREPARACIÓN DE TIERRA				710	12.6
Fanguero	1	Tarea	550	550	
Mureo	1	Tarea	110	110	
Nivelación Animal	1	Tarea	50	50	
II. INSUMOS DE PRODUCCIÓN				2,638.72	46.8
1. Semilla	18	Libras	20	360	6.38
Uso de Planta de Semillero				76.52	
2. Fertilizantes;				1,658.57	29.4
1ra Fórmula Completa triple 15	30	Libras	18	540	
2da Fórmula Completa 20-5-20	30	Libras	18.5	555	
3ra Fórmula Completa	30	Libras	18.5	555	
4ta Fórmula Nitrogenada				0	
5ta Abono Foliar (2 Aplic)				8.57	
3. Herbicidas:				155.46	2.76
1. Preemergente				125.46	
2. Hoja Ancha					
3. Graminicida					
4. Quema de Muro				30	
4. Insecticidas:				112.1	1.99
1. Cipermetrina (2 Aplic)				22	
2. Órgano Fosforado (2 Aplic)				34.9	
3. Amplio espectro				21.6	
4. Amplio espectro				33.6	
5. Fungicidas:				195.07	3.46
1. Primera Mancozeb				15.43	
2. Segunda Hinosan				45.71	
3. Piricularicida Bin				66.5	
4. Piricularicida Bin				67.43	
6. Molusquicidas y Raticida				56	0.99
1ra Aplicación	2	Aplicaciones	28	56	
2da Aplicación					
8. Agua				25	

Sección XV: Anexos

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

III. MANO DE OBRA:				1,095.71	19.44
1. Siembra transplante	1	Tarea	400	400	
2. Acarreo Insumos				50	
3. Aplicación Herbicidas	1	Aplicación	30	30	
4. Aplicación Fertilizantes	3	''	25	75	
5. Control Fitosanitario	4	''	25	100	
6. Aplicación Molusquicida	2		25	50	
7. Aplicación Raticida				0	
8. Limpieza Manual	2	Limpieza	75	150	
9. Limpieza Canales	2		15	30	
10. Quema de Muro				25	
11. Jornales Fijos (Aplicación Riego)				185.71	
IV. COSECHA				565.5	10.04
1. Corte	4.5	Sacos 110 Kilos	100	450	
2. Carga de la Finca al Camión	4.5		18	81	
3. Estibe	4.5		5	22.5	
4. Pago Sereno				12	
Sub-Total				5,009.93	
Intereses Bancarios	18%	5 Meses		375.74	
Seguro Agrícola				146	
Gastos Administrativos (2%)				100.2	
Resolución 1*70				2.5	
TOTAL				5,634.37	
ANÁLISIS DE RENTABILIDAD:					
Gastos de Insumos de Producción RD\$	5,634.37				
Productividad = 4.50 sacos / ta de 110 Kg c/u	3.81	Fanegas	1,848.55	7,043.00	
Costo de una fanega RD\$	1,478.84				
Utilidad neta	1,409.00				

Anexo 8. Costo de Producción Utilizado por FENARROZ. Enero/mayo 2009

Actividad	Costo/tarea RD\$	Costo/ha RD\$	%
1. Preparación terreno	800.0	12,720.0	13.29
2. Insumos agrícolas	2,532.0	40,258.8	42.05
Semillas (20 lb.)	414.0	6,582.6	6.88
Fertilizantes (2 fórmulas y 1 simple)	1,305.0	20,749.5	21.67
Herbicidas	245.0	3,895.5	4.07
Insecticidas	158.0	2,512.2	2.62
Fungicidas	205.0	3,259.5	3.4
Raticidas	35.0	556.5	0.58
Molusquicida	48.0	763.2	0.8
Abonos Foliareos	85.0	1,351.5	1.41
Agua	37.0	588.3	0.61
3. Mano de obra	1,405.0	22,339.5	23.33
Siembra	510.0	8,109.0	8.47
Aplicación Herbicidas	60.0	954.0	1
Aplicación Fertilizantes	75.0	1,192.5	1.25
Control Fitosanitario	92.0	1,462.8	1.53
Limpieza manual	250.0	3,975.0	4.15
Aplicación molusquicidas	23.0	365.7	0.38
Aplicación raticidas	10.0	159	0.17
Capataz y mojado	250.0	3,975.0	4.15
Mantenimiento de semillero	20.0	318.0	0.33
Mantenimiento finca	30.0	477.0	0.5
Quemada de muros (3 pases)	45.0	715.5	0.75
Asistencia técnica	40.0	636.0	0.66
Adherente y regulador de pH.	20.0	318.0	0.33
Sub total	4,737.0	75,318.3	78.67
Financiamiento 20%	313.6	4,987.5	5.21
Imprevistos : 5%	360.0	5,724.0	
4. Recolección: 4 sacos/110 kg	462.0	7,345.8	7.67
Cosechadora	360.0	5,724.0	5.98
Acarreo y estibe	92.0	1,462.8	1.53
Sereno	10.0	159.0	0.17
Sub total	5,872.6	93,375.6	97.53
5. Uso de tierra	149.0	2,369.1	2.47
Total inversión	6,021.6	95,744.7	100
Fanegas cosechadas	3.1		
Precio por fanega	2,100.0		
Valor producido	6,678.0		
Ganancia	656.3		
% Ganancia	10		

Sección XV: Anexos

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

Anexo 9. Instituciones y Organizaciones Vinculadas al Sector Arrocerero de la República Dominicana

Institución	Carácter
Agencia de Cooperación Internacional Japonesa, IICA	Privado
Asociación Dominicana de Factorías de Arroz, ADOFA	Privado
Asociación de Distribuidores e Importadores de Productos Agrícolas, AFIPA	Privado
Asociación de Factorías de Arroz de Reforma Agraria	Privado
Banco Agrícola de la República Dominicana	Público
Centro de Exportación e Inversión de Rep. Dom. CEI-RD	Público
Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal	Privado
Comisión Nacional Arrocerera	Mixto
Departamento de Fomento Arrocerero	Público
Federación Nacional de Parceleros de Reforma Agraria	Privado
Federación Nacional de Productores de Arroz, FENARROZ	Privado
Instituto Agrario Dominicano, IAD	Público
Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, IDIAF	Público
Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, INDRHI	Público
Junta Agroempresarial Dominicana, JAD	Privado
Misión Técnico Agrícola de Taiwan	Privado

Anexo 10 a. Parámetros Meteorológicos Registrados en Bonao en la Siembra de Primera Etapa 2004/2005. Juma, Bonao, República Dominicana

Mes	Temperatura máxima °C	Temperatura mínima °C	Lluvia mm
Diciembre	29.6	19.4	376
Enero	27.7	18.3	315
Febrero	27.6	17.7	7
Marzo	31.7	20.8	37
Abril	30.5	22.6	270
Mayo	29.9	21.2	209
Promedio	29.5	20	
Total			1214

Fuente: Estación Experimental Juma

Anexo 10 b. Parámetros Meteorológicos Registrados en la Siembra de Segunda Etapa en el año 2005. Juma, Bonao, República Dominicana.

Mes	Temperatura máxima °C	Temperatura mínima °C	Lluvia mm
Junio	31.8	24	272
Julio	32.2	24	365
Agosto	31.7	23	265
Septiembre	33.3	23	447
Octubre	31.4	23	127
Noviembre	30.5	21	206
Promedio	31.8	23	
Total			1682

Fuente: Estación Experimental Juma

Anexo 10 c. Parámetros Meteorológicos Registrados en la Siembra de Primera Etapa 2005/2006. Juma, Bonao, República Dominicana.

Mes	Temperatura máxima °C	Temperatura mínima °C	Lluvia mm
Diciembre	29.3	19.7	101
Enero	28.1	19.1	192
Febrero	29.2	18.9	38
Marzo	31	20	8
Abril	32	22	258
Mayo	32	24	303
Promedio	30.3	20.6	
Total			900

Fuente: Estación Experimental Juma

Anexo 11. Desarrollo histórico del cultivo

En la República Dominicana el arroz se cultiva comercialmente bajo riego desde 1917 y desde mucho antes en seco. Una historia general del desarrollo comercial del cultivo del arroz en el país es contada por Castillo y Moquete (2005) en un Estudio de Caso sobre los granos básicos: arroz, habichuela y maíz. Esa historia, adaptada y ampliada por el autor, es la siguiente:

"En el año 1924 el cultivo de arroz inició su expansión en la Provincia Valverde con la construcción de obras de riego y por la introducción de dos variedades desde Estados Unidos, Fortuna y Búfalo. La familia Bogaert (en Mao) fue pionera en la siembra comercial de arroz bajo riego, actividad que luego se extendió a otras regiones, como San Juan de la Maguana y Villa Riva."

"En 1930, el dictador Rafael L. Trujillo inició una campaña de promoción del arroz, que tenía como objetivos incrementar la producción nacional, el consumo del arroz producido localmente y la inversión en molinos por parte de los empresarios. La campaña logró sus objetivos, pues las importaciones declinaron en forma significativa, hasta llegar a la autosuficiencia en 1940. Incluso, durante seis años seguidos, hasta 1946, el país exportó arroz. En esos años el consumo per cápita se estimaba en 46 libras (22 kg)."

"El mismo Trujillo, desde los inicios de su régimen, estableció un impuesto al arroz blanco que lo mantuvo por todo el tiempo que permaneció gobernando. Inicialmente el impuesto lo pagaban los molineros. Para evitar la evasión, era obligatorio que los industriales, los comerciantes y los pulperos registraran las ventas de arroz blanco que realizaban. Para 1960 el impuesto era de RD\$2.00 / quintal de arroz blanco. Afortunadamente el impuesto no tuvo impactos negativos sobre el consumo, el cual crecía en forma sostenida"

"En el año 1933 se fundó en Mao la Granja Escuela San Rafael, que en 1934 se convirtió en la Estación Nacional Arrocera, Tabacalera y Platanera. En esta Estación se realizaron las primeras demostraciones técnicas del cultivo y se mostraron dos nuevas variedades, "Fortuna" y "Sureño Precoz."

"Trujillo también se interesó en producir arroz, para lo cual adquirió una factoría en El Pozo, Nagua, a la cual llamó "Hacienda Doña Julia". Trujillo vio que el arroz era un buen negocio, pero necesitaba mejorar las condiciones de cultivo, incluyendo mejoramiento genético. Así, en 1953 creó en dicha Hacienda la Estación Experimental Arrocera Julia Molina. Más adelante envió al Ingeniero Aníbal Bodo a Vercelly, Italia, a contratar técnicos arroceros, quienes llegaron al país el 08 de abril de 1953. De inmediato se hicieron cargo de esta nueva Estación Experimental."

"La Misión Italiana, compuesta por 10 técnicos, trabajó en mejoramiento genético, purificó las variedades que más se cultivaban (Toño Brea, Fortuna, Búfalo y Finlandés). También introdujo desde Italia algunas variedades, entre ellas Roncaloro, Rinaldo Bersani, Rizzotto y Balilla, las cuales cruzaron con las cultivadas localmente."

"Posteriormente los miembros de la Misión Italiana decidieron marcharse. Las condiciones del entorno laboral no eran buenas, el presupuesto acordado no había sido ejecutado y estaban trabajando con prisioneros, quienes así pagaban parte de sus condenas."

"Para finales de 1950 ya el arroz se había posicionado definitivamente en la agricultura del país. Pero no existía un programa estructurado para la producción de semillas de las variedades"

des cultivadas (*Fidelía, Búfalo, Inglés y Toño Brea*, entre otras). El Banco Agrícola distribuía como semilla los granos comerciales producidos por los productores más organizados. También importaba semillas desde los Estados Unidos, que entregaba a las factorías para su distribución. Asimismo las grandes factorías, como *Bisonó* y los *Hermanos Pimentel*, importaban directamente semillas de arroz."

"El 22 de noviembre de 1963, arribó al país una Misión China compuesta por seis miembros. Los objetivos de esta nueva Misión fueron evaluar el cultivo del arroz y establecer una Estación Experimental (EE) en El Pozo, Nagua. Estos técnicos de la Misión China dieron continuidad a los trabajos de mejoramiento que previamente había iniciado el Dr. Chao Lien Fang en 1962."

"Cómo a la llegada de la Misión China, en El Pozo, Nagua no existían las facilidades logísticas necesarias para el inicio de los trabajos, el Gobierno accedió a ubicar temporalmente a los miembros de la Misión en Juma, Bonaó. En Juma había terrenos y casas del Estado disponibles, por lo cual y al paso del tiempo, la EE quedó definitivamente ubicada en dicha comunidad."

"En 1966 la EEJ, guiada por los técnicos de la Misión China, organizaron la producción de semillas de arroz y purificaron las variedades locales, como *Toño Brea 439* y *PH4 - 11*. En 1968 se incluyeron las variedades *IR5, IR6, Higüeyano, e Inglés Largo*."

"Paralelamente en Santiago, a mediados de la década de los 60, se fundó el Instituto Superior de Agricultura, ISA. Bajo el influjo de la Revolución Verde, con la colaboración de Don Luis B. Crouch y con el patrocinio de la Fundación Ford, llegó al país el experto norteamericano Robert Cheaney. Este científico dirigió en ISA el Centro Científico de Desarrollo Agrícola, que con el tiempo se convirtió en el Centro Norte de Desarrollo Agropecuario, CENDA.

"Cheaney introdujo los primeros equipos utilizados localmente para el procesamiento de semillas de arroz. Pero además se involucró en el mejoramiento genético del cereal, introduciendo variedades y semillas, las cuales procesaba con los equipos que había traído. Cheaney también introdujo desde El Salvador las variedades *Nilo 1* y *Nilo 2*, y además realizó demostraciones con las variedades *Bluebonnet 50* y *Belle Patna*. El Ingeniero Alberto Genao fue el técnico local que sirvió de soporte a todo el trabajo que Cheaney realizó en el país."

"Luego Cheaney se puso en contacto con la Misión China, entendiendo que debían trabajar juntos para mejorar al cultivo del arroz en el país. Así, con un donativo de la Fundación Ford suministró equipos y aportó recursos para la construcción de un taller en la Estación Juma."

"Organizada la producción de semilla básica de arroz en Juma y con los avances en el procesamiento, el país estaba listo para iniciar el tan anhelado Programa de Producción de Semillas. Así, en el mes de enero del año 1971, se fundó la primera empresa procesadora de semillas del país, la Productora de Semilla Dominicana, C x A, PROSEDOCA."

"Con la promulgación de la Ley de Semillas (No.231, año 1973) se dio formalidad a la producción de semillas en todas sus categorías. Esta nueva Ley abrió el paso a la incorporación de otras empresas procesadoras, como el caso de *Semillas Sureñas*, en San Juan de la Maguana. Más tarde, en La Vega, se establecieron dos nuevas procesadoras: *Procesadora de Semillas, SA, PROSESA*, de propiedad estatal y la *Productora de Semillas Quisqueya, PROSEQUISA*, de capital privado."

Sección XV: Anexos

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

"En el año 1972, en la Estación Experimental Juma, el Señor Yin T. Hsieh, jefe de la Misión China en ese entonces, y el agrónomo Desiderio Amarante lograron obtener las variedades Juma 57 y Juma 58. Estas variedades fueron las primeras que se obtenían en el país por medio de cruzamientos artificiales".

En la década de 1970, y parte de los años 80, otros miembros de la Misión China desarrollaron investigaciones sobre la fertilización del arroz y el control de enfermedades. Entre investigadores chinos se destacan Ming Pin Feng (especialista en fertilización) y Wen Li Hung (fitopatólogo). El trabajo de Feng fue tan impactante, que las recomendaciones que hizo sobre la aplicación de fertilizantes fueron la guía que todavía a inicios de los años 2000 utilizaban los técnicos y productores del cereal de todo el país.

También, en dicha EE y durante la misma década de 1970, el Ingeniero Vinicio Castillo llevó a cabo investigaciones sobre los requerimientos de agua y lámina de riego del cultivo de arroz. Estas investigaciones formaban parte del proyecto relativo al uso consuntivo de agua de riego del cereal.

El 5 de agosto del año 1974, mediante el decreto No. 4778, fue creado el Departamento de Fomento Arrocerero, con sede en la Estación Experimental Juma, en Bonaó. Durante la década de 1980 este organismo desarrolló con mucho acierto un programa de extensión y capacitación arrocerera, enfocado básicamente en el productor y su entorno. El programa, conocido como "Áreas de Desarrollo Intensivo", fue impulsado por el Ingeniero Agrónomo Gilberto Abreu.

"En 1976 Federico Cuevas (con el soporte del ISA), introdujo desde el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, de Colombia, tres variedades de arroz, siendo la principal CICA 8, desarrollada posteriormente como ISA 40 por Juan Henderson, en PROSEDOCA. Esta variedad y Juma 57 modificaron significativamente el manejo del cultivo imperante, pues son de porte bajo (<100 cm), de alta respuesta a la aplicación de fertilizantes nitrogenados y adaptadas a la doble siembra".

A finales de la década de 1970 llegó al país el Ingeniero Eugenio Tascón, quien se instaló en la Estación Experimental Juma. Tascón, procedente del CIAT, organizó un programa nacional de capacitación arrocerera a través del cual se dio adiestramiento científico a técnicos y productores sobre la nivelación de los suelos y el manejo agronómico del cultivo. Este programa se fortaleció con la creación, en 1986, de la Red de Arroz del Caribe (CRIN), con sede en la misma Estación Experimental, pero patrocinada por CIAT. El CRIN fue una institución de apoyo a las actividades de mejoramiento genético y agronómico del arroz en los países del Caribe, incluyendo la República Dominicana.

Desde el año 1993 PROSEQUISA, apoyada en el trabajo científico del Señor Hsieh, se involucró en la liberación de nuevas variedades de arroz, entre las cuales sobresalen Prosequisa 4, Prosequisa 5 y Prosequisa 10. PROSEDOCA también desarrolla nuevas variedades, siendo la principal Cristal 100. Otra empresa local, Impale Agrícola, C x A, empezó en 1995 un programa de mejoramiento genético, mediante el cual se liberaron las variedades Impale 112, Yocahú CFX 18 y Palmar 18. Entre los años 1998-2002 la Estación Experimental Juma, apoyada en el trabajo Ángel Adames y colaboradores, liberó las variedades Juma 66, Juma 67 e Idiaf 1. En el año 2007 se creó otra empresa arrocerera, Genética del Arroz (GENARROZ), la cual se dedica tanto al mejoramiento genético del cereal como al componente de manejo del cultivo.

El CEDAF valora las contribuciones de Productores y Profesionales en el desarrollo tecnológico del cultivo del arroz en la República Dominicana:

- Yin Tieh Hsieh, Mejoramiento Varietal
- Weng Lee Hung, Fitopatólogo
- Ming Ping Feng, Fertilización
- Desiderio Amarante Sipion, Mejoramiento Varietal
- Freddy Chevalier, Reproducción de Semilla
- Juan Henderson, Semilla
- Víctor Manuel Betances, Semilla
- Luís Veras Fernández, Semilla
- José Sánchez, Semilla
- Luís Pérez Mejía, semilla
- Gilberto Abreu Vargas, Practicas Agronómicas
- Aníbal Santos Cruz, Practicas Agronómicas
- Vinicio Castillo Tejada, Estudio de Riego
- José Miguel Cordero Mora, Cultivo y Fitopatología
- Federico Cuevas Pérez, Mejoramiento Varietal
- Manuel J. García, Mejoramiento Varietal
- Gustavo Peña, Fertilización
- Pedro José Federo Rosado, Capacitación Arroceras
- Eugenio Tascon Jaramillo, Capacitación
- José Maria de la Mota (Cocolo), productor
- Alejandro Luna, Productor
- Luís Enrique Yangúela, Productor
- Alberto Tejada, Productor
- Manuel González Tejera (Manegonte), Protección de Cultivos
- Angel Adames. Mejoramiento varietal
- Alberto Genao Madera, Procesamiento de semillas
- Robert Cheany, Propulsor del cultivo, difusión científica
- Amilcar Ubiera, Fertilización
- Cirilo Reyes, Mejoramiento Varietal

El CEDAF valora las contribuciones de Empresarios y Representantes Empresariales en el desarrollo tecnológico del cultivo del arroz en la República Dominicana:

- Miguel de Moya
- Mauricio María
- José Rafael Hernández
- Oliverio Espaillat
- Alejandro Hernández
- Manolo Tavarez
- Pedro Alorda
- Fausto Pimentel
- Luis Viyella
- Fernando Viyella
- Luis Ávila
- Lázaro Montás
- Marcial Najri
- Isabel Abreu
- Félix Piña
- Carlos Columna
- Nixon Gómez
- José Arias
- Aníbal Santos

AGRADECIMIENTOS

El autor desea dejar plasmados sus más sinceros agradecimientos al señor Jesús María Coronado (Chupi), por las valiosas sugerencias para la mejor comprensión de esta guía técnica. Su dedicación a la lectura de los borradores iniciales y del aporte de literatura científica es realmente digna de encomio. Querido amigo Chupi, mis perennes agradecimientos para ti.

Especial reconocimiento para Juliana Nova (Arisleyda) y Freddy Contreras, quienes tomaron fotos para ser utilizadas expresamente en esta guía.

Para todos ellos, muchas gracias.

Créditos fotográficos

Foto No.	Fotógrafo/propiedad
1	César Moquete
2	http://www.ciat.cgiar.org/riceweb/morphology.htm
3	César Moquete
4, 5, 6	www.ciat.cgiar.org/riceweb/morphology.htm
7, 8, 9	Juliana Nova
10	Gastronomiaycia.com (Arroz venere)
11	Tvcocina.com
12	www.fotosearch.es/central.../arroz...granos/UNQ202/ - En caché
13	Juliana Nova
14	Freddy Contreras
15, 16	César Moquete
17	CIAT http://www.ciat.cgiar.org/riceweb/morphology.htm
18	César Moquete
19	IRGA, Banco de imágenes
20, 21, 22, 23, 24, 25, 26	César Moquete
27	Manuel Leonardo/Impale Agrícola, C x A
28, 29, 30	César Moquete
31	Freddy Contreras
32, 33,34, 35	César Moquete
36	M. Ramírez / A. Albertin (En: El Manejo de Riego en El cultivo de arroz, Organización de Estudios Tropicales, editado por Manuel Blázquez, Costa Rica)
42	Freddy Contreras
37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48	César Moquete
49	M. Ramírez / A. Albertin (En: El Manejo de Riego en El cultivo de arroz, Organización de Estudios Tropicales, editado por Manuel Blázquez, Costa Rica)
50, 51, 52	César Moquete
53, 54	Juliana Nova
55, 56, 57, 58	César Moquete
59	Freddy Contreras
60, 61, 62, 63, 64, 6, 566, 67, 68, 69, 70, 71, 72	César Moquete

Sección XV: Anexos

El Cultivo de Arroz - Serie Cultivos

73	Freddy Contreras (en Generalidades del Cultivo de Arroz en República Dominicana, 2002)
74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100	César Moquete
101, 102, 103, 104	Boris Castro (Texas A&M university, Bugwood.org)
105	CIAT, Cali, Colombia
106	Tomado de: Jesús Rosario, en Manejo del Manchado del Grano y Vaneamiento de la Panícula del Arroz
107, 108	César Moquete
109	Xianglong Yuan
110	Freddy Contreras (en Generalidades del Cultivo de Arroz en República Dominicana, 2002)
111	César Moquete
112	Freddy Contreras (en Generalidades del Cultivo de Arroz en República Dominicana, 2002)
113, 114, 115, 116, 117	César Moquete
118	Juliana Nova
119	Escaneada por Ana Carolina Acosta Urrieche, DANAC, Venezuela (cedida por Eduardo Graterol)
120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129	César Moquete
130	M. Ramírez / A. Albertin (En: El Manejo de Riego en El cultivo de arroz, Organización de Estudios Tropicales, editado por Manuel Blázquez, Costa Rica)
131, 132	César Moquete