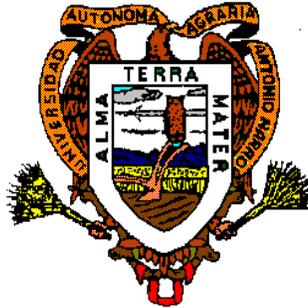


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMIA



El cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) y sus principales
plagas y enfermedades

Por:

JOSE GUADALUPE FLORES GARZA

MONOGRAFIA

Presentada como requisito parcial para
Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Parasitología

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo de 1999

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA

EL CULTIVO DEL ARROZ (*Oryza sativa* L.) Y SUS PRINCIPALES PLAGAS Y
ENFERMEDADES.

POR

JOSE GUADALUPE FLORES GARZA

MONOGRAFIA

QUE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO EN PARASITOLOGIA

APROBADO

ING. M.C. CARLOS I. SUAREZ FLORES

Presidente del jurado

ING. M.C. REYNALDO ALONSO VELASCO

Coordinador de la división de
Agronomía.

Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Marzo de 1999.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA

EL CULTIVO DEL ARROZ (*Oryza sativa* L.) Y SUS PRINCIPALES PLAGAS Y
ENFERMEDADES.

POR
JOSE GUADALUPE FLORES GARZA
MONOGRAFIA

Aprobada por el comité de Tesis

ING. M.C. CARLOS I. SUAREZ FLORES
Presidente del jurado

ING. M.C. EDGAR GUZMAN MEDRANO
Sinodal

ING. M.C. JOSE ANGEL DE LA CRUZ BRETON
Sinodal

ING. M. C. ADOLFO ORTEGON PEREZ
Sinodal

Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Marzo de 1999.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA -----	i
AGRADECIMIENTOS -----	ii
INDICE DE CUADROS -----	iii
INTRODUCCION -----	1
ORIGEN GEOGRAFICO -----	3
Historia -----	3
Origen del cultivo -----	3
DISTRIBUCION GEOGRAFICA -----	5
Países productores -----	5
Estados productores en México -----	9
CLASIFICACION TAXONOMICA -----	13
DESCRIPCION BOTANICA -----	15
Raíz -----	15
Tallo -----	16
Hojas -----	18
Inflorescencia -----	20
Panícula -----	21
Espiguilla -----	23

Grano -----	24
Vástagos o hijuelos -----	25
CONDICIONES CLIMATICAS -----	26
Precipitación pluvial -----	26
Radiación solar -----	27
Duración del día -----	28
Temperatura -----	28
Humedad relativa -----	29
Viento -----	30
CONDICIONES EDAFICAS -----	31
Suelos -----	31
pH -----	32
Salinidad -----	33
FERTILIZACIÓN -----	35
Dosis -----	35
Elementos nutritivos -----	36
Tipos de fertilizantes -----	36
VARIEDADES -----	38
Subespecies de <i>Oryza sativa</i> L. -----	38
Características agronómicas -----	39
Variedades sembradas en México -----	40

SISTEMAS DE PRODUCCION -----	42
Cultivo de secano -----	42
Cultivo acuático -----	43
LABORES CULTURALES -----	44
Preparación del terreno -----	44
Calidad de la semilla -----	45
Siembra -----	45
Siembra de semilleros -----	50
Trasplante -----	50
RIEGOS -----	51
Requerimientos de agua para cultivos de secano -----	52
Requerimientos de agua para cultivos acuáticos -----	54
MALEZAS -----	56
Malezas nocivas existentes en las diferentes regiones -----	56
Control de malas hierbas -----	63
Malezas de mayor importancia -----	72
ENFERMEDADES -----	79
Fungosas -----	80
Bacterianas -----	93
Virosas -----	96
Por factores abioticos -----	100

NEMATODOS -----	102
Punta blanca -----	102
Ufra -----	104
Pudrición de las raíces -----	105
Nematodos de las raíces -----	106
PLAGAS -----	108
Barrenadores de los tallos -----	108
Chapulines de las hojas y de la planta -----	112
Mosca enana de la agalla del arroz -----	114
Palomilla de los verticilos del arroz -----	116
Plegador de la hoja del arroz -----	117
Chinche del arroz -----	118
Gusano soldado y gusanos cortadores -----	119
Gorgojo de agua del arroz -----	122
Chinche apestosa del arroz -----	123
COSECHA -----	125
Momento de la cosecha -----	125
Aplicación de desecantes -----	126
Métodos de cosecha -----	127
BIBLIOGRAFIA -----	129

DEDICATORIA

Primeramente a Dios. Por haberme permitido vivir para poder disfrutar de los momentos hermoso que existen el la vida y por ser siempre mí compañero y aliento en los momentos más difíciles.

A mis padres:

José Flores Rdz.

y

Castula Garza Cuapio.

A los que con desvelos, sacrificios y carencias nunca dejaron de apoyarme, moral y económicamente para poder ser lo que ahora soy, ellos que me levantaron de mis tropiezos y con amor me enseñaron el camino, para poder ser un hombre de bien, hoy les demuestro que fui digno de su confianza y amor que pusieron en mí.

A mis hermanos:

Antonio

Micaela

Eliseo

Julio

Miguel Angel

A ellos porque supieron comprenderme y apoyarme cuando yo los necesite, cuando necesitaba sentir el calor y armonía de mí familia, la encontré en ellos.

A todos mis tíos:

Hermanos de mí mamá y de mí papá, por su gran apoyo tanto moral y económico y que siempre me hicieron sentir que no estoy solo y que siempre cuento con ellos.

Pero muy especialmente quiero dedicar este trabajo a mis tíos:

Maximino Rdz. y Guadalupe Flores

Por todo su infinito apoyo para yo poder terminar mis estudios y que hasta el último momento me apoyaron desinteresadamente, muchas gracias.

A todas las personas antes mencionadas mil gracias, espero algún día pagarles todo lo que sacrificaron por que yo lograra mí profesión.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. M.C. Carlos I. Suárez Flores, por su valioso apoyo, en la asesoría de este trabajo, además de sus sabios consejos para levantar la moral cuando esta se ve caída.

Al Ing. M.C. Edgar Guzman Medrano, por haber aceptado participar como sinodal, del jurado examinador.

De la misma manera al Ing. José Angel de la Cruz Bretón, por su apoyo, como sinodal.

Al Ing. Gregorio Ramos Cruz, por su amistad y sabios consejos en mi vida profesional.

A mí ALMA MATER por haberme recibido y cobijado durante toda mi carrera y haberme permitido realizar la profesión que es mi vida... la agronomía.

A mis mejores amigos de la generación LXXXVI; Alfonso, Raquel, Victor y Francisco, porque con ellos compartí alegrías y satisfacciones, y que no me dejaron solo en las tristezas y derrotas.

A todos mis compañeros de la generación LXXXVI de Parasitología, especialmente a Guillermo, Efraín, Rene y Armando.

A mis amigos de generación en el CBTa. 134; Alejandro, Omar, Lino, David y Armando, a los cuales recuerdo con mucho afecto porque a pesar del tiempo y con caminos distintos ... siempre amigos.

Quiero agradecer muy especialmente a la Familia Macias Casillas, por su amistad y apoyo tanto para mí como para mi esposa, que nos abrieron con cariño las puertas de su hogar cuando los necesitamos y que supieron ofrecer el calor de un hogar; estas son cosas que nos llevamos en el corazón para recordarlos con gran aprecio.

También con gran afecto y agradecimiento a la señora María Elena Morales B. y su hermano Toño, por su apoyo durante toda la carrera y que de igual forma me abrió las puertas de su hogar.

A mi compadre Omar, por su siempre sincera amistad, el cual siempre estuvo dispuesto a escucharme y apoyarme cuando lo necesite, así mismo a su mamá, mi comadre Efigenia Romero.

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Area total de arroz y porcentaje de arroz en países de Asia -----	6
Cuadro 2. Area total de arroz y porcentaje de arroz en países de Africa -----	7
Cuadro 3. Area total de arroz y porcentaje de arroz en países e Latinoamérica -----	8
Cuadro 4. Superficie de producción y rendimientos por Hectárea de arroz palay en 14 estados de México -----	10
Cuadro 5. Producción y valor en pesos del cultivo del arroz en México en el año de 1998 -----	12
Cuadro 6. Requerimientos de nutrientes provenientes del Suelo -----	35
Cuadro 7. Distancia y cantidad de semillas, en la siembra en hileras -----	48
Cuadro 8. Requerimientos de agua según la estación ó ciclo del cultivo -----	53
Cuadro 9. Dosis y época de aplicación de herbicidas -----	71
Cuadro 10. Especies importantes de barrenadores de los tallos, por regiones -----	110

INTRODUCCION

América latina, esta destinada a detener el hambre del mundo en las próximas décadas. Sus posibilidades como productora de alimentos son inmensas, pues se encuentran en ella grandes extensiones de tierras fértiles, con lluvias adecuadas, que aún están sin explotar y otros territorios, también muy extensos, que si se les provee de agua podrán convertirse en zonas de enormes rendimientos.

La mayoría de estos territorios están situados en zonas tropicales y templadas. Pero al sur hay otras regiones muy extensas, de clima frío, como la Patagonia, que pueden ser convertidas en fuentes de producción, tal como se está haciendo en las regiones muy frías del hemisferio norte, por ejemplo en el norte de Noruega y Suecia, en Islandia, en el norte de Canadá, en Groenlandia y en Alaska.

Pero fuera de los lugares fríos, vemos que en las zonas templadas y tropicales de América latina, existen grandes posibilidades para cultivar arroz, pues hay allí tierras apropiadas con abundantes fuentes de agua provenientes ya sea de la Cordillera de los Andes, donde hay muchas alturas nevadas, o bien de los grandes ríos de los trópicos.

Los cereales- entre ellos el arroz , la carne y la leche constituyen los elementos básicos de alimentación de la humanidad, y América latina está en condiciones inigualables para satisfacer la futura demanda de dichos alimentos.

HISTORIA Y ORIGEN GEOGRÁFICO.

Su origen siempre dará lugar a conjeturas. Con certeza, su siembra data desde las primeras edades del hombre y de mucho antes de la era en que se tienen pruebas históricas de que el arroz probablemente era el alimento básico y la primera planta cultivada en Asia. Recientemente se ha reportado (Hogan,1970), que de acuerdo con las Investigaciones Arqueológicas de la India, cuatro razas construidas para el cultivo del arroz en las riberas del río Ravi en el suroeste de Cachemira, es probable que daten del Pleistoceno o Era Glacial (Grist, 1975).

Por su parte Topolanski (1975), menciona que el arroz se cultiva desde tiempos inmemoriales. Su lugar de origen es Asia. que continúa siendo el principal productor, pero en la actualidad se le cultiva en todos los continentes, y en muchísimos países el arroz es el alimento básico de la dieta de su población.

Sin embargo Grist (citado por Topolanski), efectúa un análisis muy interesante del origen y la historia del arroz. Señala que en China se ha descubierto ciertas especies que proceden del tercer milenio a. C. El vocablo chino "tao" que designa al arroz, aparece en inscripciones del segundo milenio a. C. y se supone que corresponde etimológicamente al término empleado en Indochina y Tailandia.

Por su parte Ting (citado por Topolanski), llego a la conclusión de que el hallazgo de glumas de arroz en algunos recipientes de barro encontrados en una excavación del Yang-Tse-Kiang, permite deducir que su cultivo data de 3000 años a. C.

Sin embargo J. Norman Efferson (citado por Topolanski), indica que China es el lugar de Origen del arroz y atribuyen al emperador Shen-nung el cultivo de ese cereal (más de 3000 años a. C.).

Por otra parte, un antiguo manuscrito japonés señala que la siembra del arroz constituía una ceremonia religiosa importante 5000 años a. C.

Mientras tanto Datta (1986), menciona que la cuna antigua del arroz es Asia monsonica. Y está sigue siendo la zona del mundo donde el arroz constituye prácticamente el único alimento de la gente, así como casi toda su producción agrícola y también muchas de sus esperanzas.

Sin embargo Costenoble (citado por Topolanski), extensionista del cultivo de arroz en Filipinas, sostiene que este cereal no proviene de China, pues allí no existía el arroz silvestre. Afirma que los primeros que lo cultivaron fueron los Malayos, un pueblo migratorio. Estos recorrían ciertas regiones en las cuales crecía el arroz silvestre, y comenzaron a recoger sus granos para utilizarlos como alimento, debido a su fácil conservación en las regiones tropicales.

Por último Topolanski (1975), nos dice que, su lugar de origen concreto, entonces, se desconoce, pero ciertos estudios efectuados permiten suponer que su iniciación como cultivo tuvo lugar en el sur y este de Asia, desde entonces fue llevado hacia el norte. Luego parecería haberse extendido hacia el Archipiélago Malayo y desde allí hacía Indonesia. Esto naturalmente no está totalmente demostrado, y es probable que también haya sido llevado hacia otros lugares al mismo tiempo.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA

Países productores en el mundo.

El arroz de temporal se produce en tres continentes, principalmente por agricultores minifundistas o de subsistencia, en las regiones más pobres del mundo. Los rendimientos de grano son generalmente bajos de 0.5 ton/ha en Africa; y de 1m a 4 ton/ha en Latinoamérica.

En Asia, el arroz de temporal es importante, aunque no es el sistema principal de cultivar ese grano. Las áreas más extensas de arroz de temporal se encuentran en India, Indonesia, Bangladesh, China y Filipinas; como se muestra en el cuadro 1 (CONACYT, 1982).

Cuadro 1. Area total de arroz y porcentaje del arroz de temporal en países de Asia (CONACYT, 1982).

País	Area total de arroz (miles de ha.)	Area de arroz de temporal (% del total)
Taiwan	787	3
Ceilán	671	2
Indonesia	7348	21
Malasia	448	5
Nepal	1200	9
Bangladesh	10200	23
Filipinas	3171	20
Vietnam del Sur	2296	3
Japón	3281	4
Corea del Sur	1236	1
India	36000	n.d.
Tailandia	6697	n.d.
Birmania	5057	n.d.
China	29597	2

n.d. = no disponibles

Los países importantes de Africa en los cuales se cultiva arroz de temporal son Sierra Leona, Guinea, Nigeria, Costa de Marfil y Liberia; como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Area total de arroz y porcentaje de arroz de temporal en Africa (CONACYT, 1982).

País	Area total de arroz (miles de ha.)	Area de temporal (miles de ha.)	Arroz de temporal (% del total)
Sierra Leona	320	194	60
Guinea	280	168	60
Nigeria	160	100	62
Costa de Marfil	290	260	89
Malí	190	----	----
Liberia	280	280	100
Senegal	90	----	----
Ghana	42.5	32.5	76
Gambia	28	3	10
Alto Volta	45	5	11
Togo	29	28	96
Niger	13	----	----
Dahomey	2	1.8	90
Mauritania	0.5	----	0
Total	1070	1072	60

Cerca de 5% del total de arroz en el mundo se cultiva en 6.5 millones de ha. en Latinoamérica. Brown (1959), reportó que aproximadamente el 65 % del arroz en Latinoamérica se cultiva bajo condiciones de temporal; Sanchez (1972), estimó el 75 %. Brasil, el país más extenso de Latinoamérica, tiene también la mayor área de arroz de temporal; como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Area total de arroz y porcentaje de arroz de temporal en países de Latinoamérica (CONACYT, 1982).

País	Area total de arroz (miles de ha.)	Area de arroz de temporal (% del total)
Brasil	4976	77
Colombia	275	65
Guyana	138	55
México	167	25
Panamá	130	95
Ecuador	105	63
Perú	50	21
Centroamérica	140	90
Venezuela	139	80
Total	6123	75

Existen 111 países productores de arroz en el mundo. Estos incluyen todos los países asiáticos, casi todos los países de Africa del Norte y Occidental algunos de Africa Central y Oriental, La mayoría de los países de América Central y América del Sur, Australia, y por lo menos cuatro estados de los Estados Unidos de Norteamérica.

Aunque la mayor parte de la producción de arroz se concentra en climas húmedos tropicales, su cultivo también es posible en las regiones húmedas de los subtrópicos y en climas templados como el de Japón, Corea, China, España, Portugal, Italia, Francia, Rumania, Checoslovaquia, y los Estados Unidos de Norteamérica (Datta, 1986).

Estados productores de arroz en México.

En México, el cultivo del arroz ocupa actualmente el tercer lugar en producción y consumo entre los cereales.

La producción nacional generalmente se obtiene de 14 entidades. La correspondiente a 1966, se indica en el cuadro 4.

Cuadro 4. Superficie, producción y rendimientos por hectárea de arroz palay en los 14 estados arroceros, durante 1966.

ESTADOS	SUPERFICIE (Ha)	PRODUC. (Ton)	RENDIM. (Kg/ha)
Sinaloa	43105	127967	2968
Veracruz	40000	79200	1980
Jalisco	13600	17000	1250
Oaxaca	13000	25300	1946
Morelos	9382	47500	5063
Michoacán	9000	27000	3000
Guerrero	7500	15000	2000
Colima	4003	6700	1674
Tabasco	4000	6000	1500
Chiapas	3510	5300	1510
Nayarit	3000	4500	1500
Puebla	2792	8400	3009
México	2500	8000	3200
Campeche	57	120	2105
Total	155449	377987	2432

Fuente: Robles, 1986.

Como puede observarse hasta el año de 1966, el estado de Sinaloa ocupaba el primer lugar tanto en la superficie sembrada como en la producción total.

Pero para el año de 1998, el INEGI, reporta a 16 estados del país como productores de arroz, hasta el año de 1997, incluyendo superficie cosechada (ha.), producción (ton.) y su valor (pesos), los cuales se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Estados productores de arroz en México, superficie cosechada, producción y su valor.

ESTADO	SUPERFICIE COSECHADA (Ha)	PRODUCCION (Ton.)	VALOR (Pesos)
Campeche	19421	52206	93970800
Colima	4173	18278	23779400
Chiapas	1607	2286	4114800
Guerrero	744	4101	7004630
Jalisco	3463	12858	17394679
México	405	4050	7290000
Michoacán	6976	43463	57200427
Morelos	3685	32892	59205600
Nayarit	6225	24797	35241088
Oaxaca	2065	9354	13095600
Puebla	11	69	130962
Quintana Roo	695	1471	1544550
Sinaloa	16701	68787	115362912
Tabasco	9105	26987	40015662
Tamaulipas	1418	6592	9955000
Veracruz	36798	161264	226450994

Fuente: INEGI, 1998.

Como podemos observar actualmente el estado que ocupa el primer lugar tanto en superficie cosechada y producción total es el estado de Veracruz. Además de que ha aumentado el número de estados productores de arroz en México pasando de 14 (1966) a 16 (1998).

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.

La clasificación taxonómica del arroz (*Oryza sativa* L.), ha estado sujeta a cambios principalmente por las diferentes terminaciones para cada nivel de clasificación. A continuación se presenta la clasificación con sus respectivos cambios (en el paréntesis terminología anterior).

Clasificación taxonómica

Reino ----- Plantae
División ----- Tracheophyta
Subdivisión ----- Pteropsidae
Clase ----- Liliopsidae (monocoti.)
Subclase ----- Commelinidae
Orden ----- Cyperales
Familia ----- Poaceae (gramin.)
Subfamilia ----- Oryzoideae
Tribu ----- Oryzeae
Genero ----- *Oryza*
Especie ----- *sativa*

Cerca de 20 especies verdaderas están distribuidas principalmente en los trópicos húmedos de Africa, sur y sureste de Asia, China meridional, América del Sur y Central, y Australia (Chang, 1976). El arroz cultivado pertenece al genero *Oryza* y su especie más importante es *O. sativa*. *Oryza glaberrima*, cultivada esporádicamente en algunos países del Africa Occidental, poco a poco está siendo sustituida por *O. sativa* (Datta, 1986).

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El arroz cultivado es una planta anual que posee tallos redondos fusionados, hojas casi planas y panojas terminales.

Raíz.

Datta (1986), describe al sistema radical del arroz como fibroso. Y dice que existen dos tipos de raíces:

- Las raíces seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal
- Las raíces adventicias secundarias, que muestran una libre ramificación y se forma a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas raíces sustituyen a las raíces seminales.

Mientras tanto Tocagni (1980), nos dice que existen raíces seminales: en la germinación primero aparece una, luego, casi inmediatamente, dos adicionales, y más tarde tres laterales.

Las raíces secundarias o adventicias nacen de los nudos inferiores de la planta y de los macollos. Su número aumenta mientras dura el crecimiento, pero las viejas van muriendo. La mayoría prospera en los primeros 30 cm. del suelo, pero luego pueden llegar a los 60 cm.

Aunado a esto Grist (1982), nos dice que si la semilla crece en el suelo, la radícula aparece primero, pero si se sumerge en aguas, el coleóptilo sale antes que la radícula. Esta se desarrolla de la base del grano, seguida con prontitud por dos raíces más y todas ellas dan origen a raíces laterales cortas. Sin embargo, el sistema radical principal se desarrolla de nudos del tallo situados debajo de la superficie del suelo.

Finalmente en un reporte de la Universidad de Filipinas en 1975, menciono que las raíces son fibrosas y consisten en radículas y vellos radicales. Las raíces embrionarias, o sea, las que crecen de la semilla (grano) cuando germina, tienen pocas ramificaciones. Sobreviven solamente durante un breve espacio de tiempo, después de la germinación. Las raíces adventicias secundarias, que se ramifican libremente y se producen a partir de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes, reemplazan a las raíces embrionarias. Al crecer la planta, las raíces adventicias gruesas forman, con frecuencia, verticilos a partir de los nudos, que salen sobre el nivel del terreno.

Tallo.

En lo referente al tallo, Datta (1986), la define como caña o tallo, y menciona que se forma de nudos y entrenudos alternados. El nudo posee una hoja y una yema, que puede dar lugar a un vástago o retoño. El entrenudo maduro es hueco y está finamente acanalado.

En una etapa temprana del crecimiento, lo que suele conocerse como caña, está formado principalmente de vainas foliares y no es la caña verdadera, la cual es muy corta en esa etapa.

La opinión de Grist (1982), en la referente al tallo, dice, el tallo principal o culmo se diferencia del meristemo del embrión, estando encerrado al principio por el coleóptilo. La altura final del tallo depende del número de entrenudos y de la longitud de éstos, pudiendo afectarla mucho el ambiente.

El culmo (tallo) es más o menos erecto, cilíndrico, liso y hueco, excepto en los nudos. Su grosor varía entre unos 6 a 12 mm. Los nudos están bien definidos por un engrosamiento notorio y el septo transversal.

El número de entrenudos puede variar de unos diez a veinte.

Por su parte Tocagni (1980), describe al tallo, como, el eje principal, al igual que la primera raíz, preformado en el embrión, cuya altura depende de muchos factores: humedad, temperatura, variedad, etc., va de 45 a 150 cm.

Puede desarrollarse un brote en la axila de las hojas del tallo principal, pero normalmente las inferiores dan lugar a una rama o típico macollo o macolla.

A si mismo, Angladette (1969). Menciona que, el tallo está provisto de nudos que limitan un cierto número de correspondientes entrenudos. La longitud de los entrenudos aumenta gradualmente de la base hacia el vértice, siendo el más largo el último, sobre el que se apoya la panoja (Pedúnculo).

La altura del tallo principal es función del número de entrenudos yendo de 10 a 20 según las variedades; ésta determina la altura de la planta:

De 1 a 1.50 m. en los arroces de tipo japónica.

De 1 a 3 m. en los arroces de tipo índica.

En cuanto a los arroces flotantes, la longitud total del tallo puede alcanzar entre los 2 y los 5 ó 6 m.

Hojas.

Para las hojas en el cultivo del arroz Datta (1986), cita que, las hojas nacen en un ángulo sobre la caña en dos hileras, una en cada nudo.

- La lámina o parte expandida de la hoja, está fijada al nudo por la vaina foliar.
- La vaina foliar es la parte inferior de la hoja, que se origina del nudo y encierra al entrenudo por arriba de ella y en ocasiones a las vainas foliares y láminas de los entrenudos siguientes.

- El estandarte es la hoja más alta debajo de la panoja.
- Las aurículas están a cada lado de la base de la lámina como pequeños apéndices pares y en forma de orejas.
- La lígula es una estructura triangular de textura semejante al papel justo por arriba de las aurículas.

En la opinión de Grist (1982), las hojas son alternas y producidas en dos hileras a lo largo del tallo. Están formadas por dos partes, una vaina que envuelve al tallo y el limbo o lámina. El número de hojas producido en un eje es igual al número de nudos. Debido a que el número de nudos es progresivamente menor en los hijuelos que en el tallo principal, de manera correspondiente los hijos tienen menos hojas.

La primera hoja de la planta es la envainante o coleóptilo. La segunda hoja que sale por una ranura lateral del coleóptilo es de tamaño pequeño y casi no tiene lámina. Las hojas restantes son normales, excepto la última o de bandera que muestra una ligera modificación. La yema, un hijuelo potencial, está encerrado en el perfilo.

Sin embargo para Angladette (1969), la hoja del arroz está esencialmente constituida por dos partes; la vaina foliar y el limbo. En la articulación vaina-limbo se encuentran dos pequeñas formaciones: la aurícula y la lígula.

En principio existen en el tallo primario y en los secundarios tantas hojas como nudos (o entrenudos); sin embargo, con forme van creciendo, las primeras hojas y las más externas se secan y, como consecuencia, un pie de arroz no presenta por lo general, en un momento dado, más que un número reducido de hojas con vitalidad (de 1 a 6), cuyas dimensiones varían según el momento de su aparición. La última hoja, llamada bandera u hoja panicular, presenta características peculiares.

Inflorescencia.

Para Datta (1986), los órganos florales de la planta de arroz son vástagos modificados que constan de una panoja y de espiguillas.

La inflorescencia para Grist (1982), es una panoja, más o menos rala, muy ramificada y que porta espiguillas que se componen de tres flores. En cada espiguilla hay tres flores (o flósculos), pero las dos inferiores están reducidas a escamas estériles semejantes a lemas. Sólo la flor terminal es fértil y forma el bien conocido "grano".

En una mayor descripción de la flor La Universidad de Filipinas (1987), menciona que la flor, consta de seis estambres y un pistilo. Los estambres se componen de anteras bicelulares, nacidas sobre filamentos delgados, mientras que el pistilo consiste en el ovario, el estilo y el estigma.

El estigma es una estructura plumosa nacida en el estilo que, a su vez, es una extensión del ovario. En la base de la flor se encuentran dos estructuras transparentes que se conocen como lodículos.

Para complementar esta información Angladette (1969), menciona que se trata de una panoja constituida por un eje con ramificaciones primarias o ramificaciones formando racimos, que llevan a su vez ramificaciones secundarias o axilas; estas axilas tienen pequeñas espigas de una o varias espiguillas.

Las ramificaciones salen, bien en solitario, bien agrupadas, de los nudos sucesivos del raquis.

El eje de la inflorescencia comprende dos partes:

- La parte inferior, denominado pedúnculo o cuello.
- La parte superior o raquis, que soporta las ramificaciones.

Panoja.

En la opinión de Datta (1986), la panoja es una inflorescencia determina que se localiza sobre el vástago terminal. El grado al cual la panoja y una porción del entrenudo más superior se extienden más allá de la vaina foliar del estandarte determina la protuberancia de la panoja. Las variedades difieren en el grado de protuberancia y el ambiente puede modificar este último.

En lo reportado por Grist (1982), la panoja rudimentaria se puede percibir al tacto como un hinchamiento en la vaina de la hoja más alta al mismo tiempo que el tallo esta creciendo con rapidez. Por último, el tallo se alarga y aparece la panoja, haciéndolo por completo en alrededor de una semana.

Para la Universidad de Filipinas (1987), la panoja es un grupo de espiguillas nacidas en el nudo superior del tallo.

El nudo situado entre el entrenudo superior del tallo y el eje principal de la panoja. Esta última aparece con frecuencia como un anillo ciliado y se utiliza para medir la longitud del tallo y de la panoja.

Del inicio, de la formación de la panoja Angladette (1969), menciona que el inicio o formación de los esbozos de la panoja se produce cierto tiempo después de la germinación; la duración de este período es una característica propia de cada variedad, pero parece que depende también de las condiciones del medio y, sobre todo, de la temperatura y de la duración del día; en cuanto a la duración del día SIREGAR, en Indonesia, ha demostrado que este período puede variar, o bien aumentar paralelamente al aumento de duración del día, o por último, no aumentar sino en los días más largos.

Espiguilla.

En lo mencionado por Datta (1986), una espiguilla es la unidad de la panoja, y consiste en dos lemas estériles, la raquilla y el flósculo. La raquilla es el eje pequeño entre las glumas rudimentarias (las lemas estériles) y el flósculo fértil. El flósculo comprende la lema, la pálea y la flor encerrada.

De las espiguillas, Grist (1982), nos dice que las espiguillas se comprimen lateralmente, ovaladas, oblongas o lanceoladas, con o sin arista, producidas en un pedicelo corto, con raquilla que se desarticula abajo de la flor más inferior y que no se produce más arriba de la flor superior.

De lo reportado por Tocagni (1980), nos menciona que las espiguillas son solitarias, en las terminales de las ramificaciones. El número de espiguillas varía desde 50 a 500 por panoja. En las variedades comerciales entre 120 y 170.

Cada espiguilla es uniflora, o sea que dará un solo grano.

En este mismo sentido, para el número de espiguillas Angladette (1969), reporto que el número de espiguillas por panoja constituye un carácter varietal: de 50-60 a 200-300, la cantidad menor corresponde frecuentemente a las panojas más largas y menos densas.

Cada pedicelo se extiende en forma de pequeña cúpula horizontal u oblicua o a veces casi vertical, sobre la que se inserta la espiguilla; la significación de esta cúpula ha sido objeto de numerosos trabajos y si bien ciertos autores no lo admiten, parece que los dos labios de este engrosamiento cupuliforme pueden considerarse como los vestigios de glumas de una espiguilla triflora.

Grano.

Para Datta (1986), el grano de arroz es el ovario maduro, en el cual la lema, pálea, raquilla, lemas estériles y las aristas, cuando está presente, están firmemente unidas a él. El grano descascarado de arroz (cariópside) con un pericarpio pardusco se conoce como arroz café; el grano de arroz sin cáscara con un pericarpio rojo, es el arroz rojo.

El fruto (cariópside) o grano como lo define Grist (1982), es el ovario maduro que contiene al óvulo maduro y está cubierto con firmeza por la lema y la palea fértil, pero no fusionado con ellas. El pericarpio, formado por la pared del ovario, está íntimamente unido al óvulo maduro. Esta parte se separa al pulir el arroz y es de importancia señalar que está formado por tejido de la planta madre (la pared del ovario) y no forma parte de la generación siguiente, que resulta de la fertilización del óvulo.

Las diversas partes de la semilla o grano, Angladette (1969), nos reporta que resultan de la evolución paralela de la oosfera y de un núcleo polar respectivamente fecundados por los gametos masculinos incluidos en el polen.

A partir del núcleo polar fecundado, los núcleos del endospermo se multiplican y tapizan de forma regular la membrana del saco embrionario, que se llena a continuación de las células endospermicas, que forman un tejido endospermico, el albumen, al tiempo de los primeros granos de almidón aparece entonces en las células endospermicas; sucediéndose por fin la formación activa de los granos de almidón.

Vástagos o hijuelos.

Son órganos vegetativos constan de raíces, tallo y hojas. Una rama de la planta que posee raíz, tallo, hojas y con frecuencia una panoja, se conoce como vástago, hijuelo o retoño (Datta, 1986).

Angladette (1969), nos menciona que, en la axila de las hojas inferiores y del tallo primario, la yema axilar nodal puede originar un tallo secundario o vástago de primer orden; el fenómeno se repite en los vástagos, dando lugar a tallos terciarios o vástagos de segundo orden que se desarrollan en un plano perpendicular al de los vástagos de primer orden.

Esto es el fenómeno de ahijamiento que da así lugar a la formación de un haz o manojo, que puede reunir alrededor de unos quince tallos, pero a veces muchos más.

En el reporte de la Universidad de Filipinas (1987), nos dice que, la rama vegetativa intravaginal de la planta de arroz, que incluye normalmente las raíces el tallo y las hojas, pero que puede o no desarrollar una panoja productiva. Los renuevos primarios se originan de los nudos más bajos del tallo principal. Los renuevos primarios dan origen a los secundarios y estos últimos, a los terciarios. Todos los renuevos nacen en un patrón alterno.

CONDICIONES CLIMÁTICAS

El efecto del clima en el medio para el cultivo del arroz es vital. Para la comprensión del clima, es fundamental el conocimiento de sus elementos, especialmente la precipitación pluvial, la radiación solar, la temperatura y la humedad relativa (Datta, 1986).

Precipitación pluvial

Brown (1969), señalo que 1,000 mm de lluvia anual con 200 mm de precipitación mensual durante la temporada de cultivo, resulta adecuado para el cultivo del arroz de tierras altas.

SEP (1982), reportó que la producción arrocerá secano (en seco) depende de la precipitación. La cantidad mínima de agua para estos cultivos oscila entre los 300 y 400 mm. El arroz puede cultivarse en regiones semiáridas, sólo cuando se dispone de un buen sistema de riego.

Radiación solar.

El arroz requiere de mucho sol para su desarrollo. El sol es especialmente importante cuando la panoja está lista para su recolección (SEP, 1987).

Para Grist (1982), la luz desempeña un papel importante en el crecimiento y la producción del arroz. Las investigaciones de Yamagata (1958) establecieron el hecho de que el número de hijuelos y de panojas aumenta con la intensidad y cantidad de luz, mientras que Stansel (1967) encontró respuestas favorables de rendimiento a dosis elevadas de nitrógeno sólo cuando el cultivo recibe luz en abundancia. La luz no es necesariamente un factor limitante del crecimiento en las etapas tempranas del crecimiento, pero se vuelve más crítica a medida que avanza la edad de la planta y sobre todo en la época de diferenciación de la panoja: esto es, alrededor de tres semanas antes a tres semanas después de que ocurre la floración.

Duración del día.

Para Grist (1982). El crecimiento del arroz responde a la longitud del día. En las zonas templado-cálidas crece en los meses de verano, en los cuales hay una diferencia de hasta cuatro horas entre la duración del día y la noche, mientras que en los trópicos la diferencia máxima es de alrededor de una hora. Por lo tanto, en base a su respuesta a la longitud del día (fotoperiodo), las variedades de arroz se agrupan en sensibles y no sensibles.

Sensibles: Florecen cuando la longitud del día disminuye y llega a un valor crítico para inducción de la floración.

No sensibles: No responden a la longitud del fotoperiodo, siendo la duración de su periodo de vida independiente de éste, de tal manera que se pueden cultivar en cualquier estación.

Temperatura.

Grist (1982), reporta que, el arroz está adaptado a regiones de temperaturas elevadas y de insolación prolongada. La temperatura promedio requerida durante la vida de la planta tiene un rango de 20 a 37.7 °C. En Louisiana se observó que una temperatura muy alta, acompañada de vientos de alta velocidad, en días claros y brillantes ocasionaba escaldadura al arroz, haciéndose notable el daño inmediatamente después de la emergencia de la panoja.

La temperatura total requerida (suma de las temperaturas medias diarias durante el periodo de crecimiento) es entre 1130 y 1500 °C. En muchos países, esa cifra se excede con mucho.

Mientras tanto la SEP (1987), reporta que, las zonas tropicales y subtropicales con temperaturas elevadas y constantes, son favorables para el cultivo del arroz. En tales regiones, es posible obtener hasta dos cultivos por año. El arroz tiene un desarrollo óptimo a temperaturas entre los 20 y 38 °C.

Humedad relativa.

La humedad relativa se refiere exclusivamente al vapor de agua condensada de la atmósfera (Datta, 1986).

Para Grist (1982), la opinión de que el arroz inundado requiere una atmósfera húmeda probablemente es errónea, ya que en muchos países en que su desarrollo y rendimiento son satisfactorios; como Egipto, California y partes de Japón, la humedad es muy baja.

En partes del norte de la India y en Paquistán, el cultivo del arroz con riego se hace en áreas con menos de 280 mm de lluvia. Sin embargo, el cultivo inundado provee su propio microclima, elevando mucho la humedad relativa dentro del cultivo con relación a las áreas adyacentes no regadas.

Viento.

SEP (1987), reporta que, los vientos secos y calurosos pueden provocar quemaduras en las plantas. Si los vientos ocurren en el momento de la floración, disminuirá la formación de granos.

Los vientos fríos y secos provocan el amarillamiento de la planta. Los vientos, durante el periodo de la recolección, pueden causar considerables pérdidas de granos.

Grist (1982), reporta que el daño debido al viento no sólo se manifiesta en el acame y el desgrane de las panojas. Si se produce antes de la floración, se reduce el número de espiguillas; en la floración, aumenta el número de glumas vacías o provoca la formación de granos de color pardo, debido a la falta de fertilización. Los vientos fuertes resultan muy perjudiciales cuando se presentan de 5 a 10 días después de la floración debido a que aumenta el número de endospermas que abortan.

CONDICIONES EDAFICAS

Suelos.

SEP (1987), menciona que el arroz es poco exigente en relación con el tipo de suelo. Se le puede cultivar tanto en suelos arcillosos como en suelos arenosos. En suelos arenosos se debe contar con suficiente agua, a causa de la infiltración rápida de ésta.

El arroz acuático debe cultivarse en terrenos con un subsuelo impermeable, para evitar la pérdida de agua por infiltración. De esta manera, el cultivo tendrá constantemente agua a su disposición. El arroz prospera en suelos aluviales en las deltas de los ríos.

Estos suelos cuentan con un buen drenaje. Esto facilita el desagüe para la cosecha.

Mela (1970), menciona que no se aconseja su cultivo en las tierras de suelo o subsuelo arenoso ni en las de abundantes macroelementos que favorezcan la percolación.

Son excelentes para este cultivo los suelos arcillosos con el 25 al 35 % de cal de Sueca y Chella, o bien con el 80 por ciento de material silíceo, como los de Cassina y Len, en Italia.

Para Topolanski (1975), el suelo en sí mismo no determina las posibilidades de supervivencia de la planta de arroz. Esta puede crecer tanto en suelos arenosos como en pesados, o sea que es relativamente indiferente a las propiedades físicas del suelo. Pero su crecimiento depende del clima, del agua y de los elementos químicos accesibles a la planta.

En suelos arenosos, el cultivo sólo sería posible si debajo del mismo, al alcance de las raíces, hubiera un horizonte impermeable que permitiera la retención del agua de riego. Esto significa que en esta caso el factor determinante no es el suelo mismo sino la presencia de un medio adjunto que evite la fuga del agua.

pH.

Mela (1970), menciona que el pH óptimo es el de 5.5; sin embargo, se da bien en los comprendidos entre 3.3 y 8, aunque como es lógico, la cosecha va disminuyendo a medida que se aproxima a los límites extremos.

Grist (1982), señala que los buenos suelos de arrozales casi invariablemente tienen una reacción ácida y cuando secos el valor de su pH, por lo general varía de 5.5 a 6.5. Cuando se inunda el terreno, el pH se eleva con rapidez, si es ácido, hasta cerca de 7.0. Si es suelo calcáreo, con un pH normal de más de 7.0, permanece en el lado alcalino.

SEP (1987), menciona con respecto a la acidez del suelo, los rangos de pH para el cultivo del arroz oscila entre el 5.5 y el 6.5 cuando el cultivo es de seco, y entre 7.0 y 7.2 cuando se trata de arroz acuático.

Salinidad.

Grist (1982), al respecto menciona, que la proximidad a los mares ocasiona a veces inundaciones de las tierras con agua de mar, con lo cual aumenta la salinidad de los suelos. El encharcamiento, en especial en países áridos, lleva a la superficie sales en solución. El agua se evapora y deja sobre el terreno una capa de sal. Ciertas variedades de arroz prosperan en suelos ligeramente salinos, pero a la mayoría de ellos los afecta de manera adversa la sal. Pendleton (1947) registra que durante los primeros años en que se cultiva arroz en las arcillas salinas costeras de Tailandia, el crecimiento de la paja es abundante, pero el rendimiento del grano bajo y de mala calidad.

En general, la salinidad retarda la floración, hace que las panojas crezcan más cortas, más erectas y que contengan más espiguillas estériles. También tienen un efecto adverso sobre el rendimiento tanto en el campo como en el molino de beneficio.

Meryl, et al. (1991), mencionan que la tolerancia a la salinidad es de un gran valor. Algunas variedades germinan bien a 30-40 mmhos/cm, pero mueren en el estadio de plántula, la tolerancia disminuye después de la germinación. Algunos investigadores sostienen que la sensibilidad se incrementa durante la floración y la fructificación; otros opinan que la tolerancia continúa elevándose después del estadio de plántula sin decrecer durante la floración y fructificación.

FERTILIZACIÓN.

Una fertilización adecuada del suelo redundará en un mayor rendimiento de la producción. Por lo tanto es necesario fertilizar periódicamente la tierra, para agregar los elementos nutritivos consumidos por el cultivo anterior y brindar, al mismo tiempo, las condiciones óptimas del suelo para el cultivo del arroz (SEP,1987).

Dosis.

Durante su ciclo vegetativo y de acuerdo con su rendimiento, el arroz extrae del suelo las siguientes cantidades aproximadas de elementos nutritivos, mismas que se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Requerimientos de nutrientes provenientes del suelo.

Rendimiento Ton/ha	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio
1	15 kg/ha	8 kg/ha	4 kg/ha	0.6 kg/ha	3 kg/ha
6	90 kg/ha	48 kg/ha	25 kg/ha	3.6 kg/ha	18 kg/ha

Fuente: SEP (1987).

Elementos nutritivos.

SEP (1987), menciona que los principales elementos nutritivos que el arroz necesita para su crecimiento, y los efectos que tienen en la planta, son los siguientes:

Nitrógeno. Favorece el desarrollo normal del arroz.

Potasio. Aumenta la resistencia al acame y al ataque de enfermedades porque, al fomentar el contenido de lignina, se robustece el tallo.

Calcio. Activa la temprana formación y el crecimiento de las raicillas.

Magnesio. Favorece la formación de azúcares y ayuda a la asimilación de otros nutrientes.

Azufre. Es necesario para la formación de proteínas. Ayuda a liberar los nutrientes.

Tipos de fertilizantes.

En la orizocultura se usa una cantidad relativamente grande de fertilizantes orgánicos. Los fertilizantes orgánicos más utilizados son el estiércol, la paja de arroz, el abono verde. En la orizocultura acuática, se usan también las algas azules, que fijan nitrógeno de la atmósfera.

En la orizocultura seco, se puede utilizar el abono verde de algunas leguminosas. Especialmente en las zonas arroceras de suelos ligeros, la rotación del arroz con trébol, soja o alfalfa puede dar buenos resultados.

En la actualidad, se están realizando múltiples investigaciones sobre la utilización de las algas azules en la orizocultura acuática. Las algas pueden cultivarse en un medio artificial, para diseminarse después en los arrozales acuáticos.

Los otros dos abonos orgánicos importantes son el estiércol y la paja de arroz. Con frecuencia existe una escasez de estiércol. Por lo tanto, el estiércol se emplea en primer lugar en el semillero. Cuando se carezca de estiércol, se puede utilizar también la paja de arroz.

Con respecto a los abonos inorgánicos, el nitrógeno es el más importante. Siguen en importancia el fósforo y el potasio.

El sulfato de amoníaco y la urea son los abonos utilizados con mayor frecuencia. Las formas amoniacaes son superiores a las formas nítricas, salvo cuando se requieren aplicaciones durante el espiguelo de arroz.

El fósforo puede ser proporcionado por los fosfatos naturales, como los superfosfatos y las escorias Thomas.

El potasio se añade en forma de cloruros o de sulfato de potasio. Las cenizas de carbón de madera y de la cáscara de arroz pueden utilizarse como abonos potásicos.

VARIEDADES

Subespecies de *Oryza sativa* L.

Se ha dividido en cuatro subespecies, cuya descripción es como sigue:

1. Indica. Cariopsis alargado, delgado, angosto y ligeramente aplanado por lo regular sin aristas, o con aristas cortas y lisas. Las glumelas y las hojas con escasa pubescencia, con tricomas cortos y delgados. Hojas de color verde claro, con frecuencia la superior formando un ángulo agudo con el culmo.
2. Japonica. Cariopsis ancho y grueso, de sección transversal redondeada. Aristado o mútico, existiendo también formas intermedias. Tricomas de las glumas largos y bastante gruesos. Hojas angostas, de color verde oscuro, la superior formando como el culmo un ángulo obtuso (o en muchos casos agudo).
3. Brevindica (Portéres) Vasc. Cariopsis corto, de unos 4 mm de largo y angosto; se asemeja mucho en su forma a la subespecie indica.
4. Brevis Gustchin. Cariopsis corto, de unos 4 mm de largo y casi el mismo ancho, esto es, corto y ancho.

Las subespecies 3 y 4 no son reconocidas por la generalidad (Grist, 1982).

Características agronómicas de las variedades.

Como el arroz se cultiva en casi todo el mundo, existe una infinidad de variedades. Para seleccionar una variedad de cultivo aplicable a una zona específica, se consideran en general características industriales.

Las características agronómicas, a tomar en cuenta en la selección de un cultivo de arroz, son las siguientes:

- Ciclo vegetativo. Existen variedades tempranas y tardías. El ciclo vegetativo de las variedades tempranas es de 80 a 120 días. Mientras que las tardías su ciclo vegetativo varia de 120 a 140 días.
- Longitud del tallo. Es importante en la resistencia al acame. Entre más largo sea el tallo, es más susceptible al acame. por otro lado cuando es para alimento de ganado se prefieren variedades con tallo más largo. Por lo general las variedades tardías producen más paja.
- Amacollamiento. En el caso del arroz del grupo japónica se prefieren variedades con mucho amacollamiento ya que las panojas son pequeñas y del grupo índica se prefiere menos amacollamiento ya que produce panojas densas y pesadas.
- Resistencia al acame. El productor debe escoger variedades enanas que son resistentes al acame.

- Resistencia al desgrane. En zonas donde predominan vientos fuertes, se deben seleccionar variedades de granos ovalados y largos como los del grupo indica ya que los de grano redondo son más susceptibles.
- Resistencia a las enfermedades. Seleccionar variedades resistentes a las enfermedades a menos que éstas sean de buen rendimiento.
- Resistencia a la inmersión. Esta característica es importante cuando se trata de cultivos acuáticos.
- Resistencia a la salinidad del suelo.
- Resistencia a la sequía.
- Alto rendimiento. Esta característica involucra a las anteriores. El rendimiento depende del número de tallos, del tamaño de la panoja, de la cantidad y del peso del grano (SEP, 1987).

Variedades sembradas en México.

Robles (1990). Menciona, que las variedades que actualmente se recomiendan para el valle de Culiacán, han sido seleccionados con base a resultados experimentales y aprobados por el Comité Calificador de Formación de Variedades de Plantas de la SAG.

Las variedades Bluebonnet-50, Sinaloa A64 y Guasave A64 poseen las características señaladas y son especiales para la siembra directa y la cosecha mecánica; su grano es alargado, vítreo y cristalino, propio para el consumo doméstico.

Delgado (1984). Utilizo en un experimento las variedades NavolatoA71, Sinaloa A-80, Cárdenas A-80, Campeche A-80, Champotón A-80, Morelos A-70. Las seis variedades fueron cultivadas en el estado de Morelos durante el verano de 1980 por la Productora Nacional de Semillas (PRONASE).

Meryl (1991), menciona que se están investigando variedades para la tolerancia a la inundación profunda (para arroz acuático), a la sequía (para arroz de tierras altas), a problemas del suelo y a las bajas temperaturas. La amplia adaptación de las variedades "IR8", "IR20" y la "IR22" permite la extensión amplia del carácter semienano. La insensibilidad al fotoperiodo de las variedades semienanas permitió desarrollar en Corea del Sur la variedad "Tongil" (IR667-98), en una época de crecimiento corta con clima templado.

El IRRI anunció recientemente que una nueva variedad de "super arroz" que estará al alcance de los agricultores a partir del año 2000 podrá producir 15 ton/ha. Por cosecha. Con este fenomenal nivel del rendimiento, los científicos están confiados en poder acabar con el hambre, en los países dependientes del arroz. Dicho instituto pretende aún mostrar la imagen de la variedad ecológicamente aceptable a través de procesos de biotecnología, los cuales se introducirán a través de cambios genéticos que le dan resistencia a las plagas y por lo tanto, teóricamente no necesitarán más agrotóxicos.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Para la SEP (1987), la producción de arroz, se distinguen dos sistemas principales, que son:

- Cultivo de secano.
- Cultivo acuático.

Según las condiciones locales y las costumbres, se emplean también algunas variaciones de estos sistemas de cultivo.

Cultivo de secano.

En este sistema, se cultiva el arroz como cualquier otro cereal. El cultivo depende parcial o totalmente de la precipitación. A veces, ni siquiera incluye sistemas de riego.

La preparación de tierras, la siembra, el deshierbe y la cosecha, se realizan con la misma maquinaria y en la misma forma que el cultivo de cereales. El cultivo de secano representa sólo una pequeña parte de la producción arrocería mundial.

Cultivo acuático.

El cultivo acuático es el cultivo de regadío o de pantano. En este sistema de producción, la planta se desarrolla en suelos inundados, durante casi todo el ciclo vegetativo del cultivo. Este requiere una preparación especial del terreno por melgas o compartimentos, para contener el agua y mantenerla en el nivel deseado.

Con respecto al sistema de implantación del cultivo, se distinguen:

- Siembra directa en suelos secos.
- Transplante en suelos inundados.
- Siembra directa en suelos inundados.

El llamado arroz flotante es otro tipo de cultivo que se siembra en los márgenes y las deltas de los ríos. Este sistema no requiere de regulación de las aguas fluviales, ya que las variedades crecen con la velocidad con la que las aguas de los ríos entran a los cultivos. El arroz flotante puede alcanzar alturas de 4 m y aún más. En comparación con el cultivo del pantano, el arroz flotante no se cultiva mucho(SEP, 1987).

LABORES CULTURALES

Preparación del terreno.

La preparación de la tierra para la orizocultura secano es similar a la preparación de campos para cultivo de cereales. La labranza de las tierras para el arroz acuático incluye operaciones específicas, como la nivelación del microrrelieve y el enlodamiento del suelo (SEP, 1987).

Robles (1987). Reporta que la preparación del terreno incluye las siguientes actividades:

1. Barbecho. Es necesario hacer el barbecho a una profundidad de 15 a 20 cm con el fin de romper y voltear la capa arable para enterrar las hierbas y residuos del cultivo anterior.
2. Rastreo. Se recomiendan dos pasos de rastro haciendo el segundo en sentido perpendicular al primero.
3. Nivelación. La nivelación correcta del suelo facilita el manejo del agua y la mejor distribución de la semilla que asegure una adecuada población de plantas. Una mala nivelación es la causa de fallas en la germinación por falta de agua en las partes altas y por exceso de humedad en las partes bajas.

4. Curvas de nivel y bordeo. Hecha la nivelación del terreno se marcan las curvas procurando que el desnivel de cada melga no exceda de 10 a 15 cm por cada 100 metros. Sobre las líneas de las curvas se trazarán bordos de 2 metros de ancho. Se sugiere que la distancia entre bordos no sea mayor de 50 metros para facilitar el control del agua.

Calidad de la semilla para siembra.

El agricultor debe exigir a su proveedor semilla certificada que cumpla los siguientes requisitos:

85% de germinación, mínimo

98.8% de pureza, mínimo

1.2% de materia inerte

0% de semillas de hierbas nocivas (arroz rojo y trompillo).

0% de semillas de malas hierbas.

14% de humedad, máximo.

Siembra.

Para Robles (1990), un alto rendimiento depende en gran parte de la siembra correcta basada en 3 puntos principales:

A) Fecha de siembra. Una fecha de siembra adecuada es de la máxima importancia para la obtención de altos rendimientos.

De acuerdo con los resultados de los experimentos que se han llevado a cabo en el Centro de Investigaciones Agrícolas, de Sinaloa, se ha visto que la mejor época de siembra para las variedades Bluebonnet-50, Sinaloa A64 y Guasave A64, es del 15 de junio al 15 de julio.

Las siembras tempranas producen mayor cantidad de grano, pero de menor calidad molinera; mientras que las tardías producen menor cantidad de grano, pero de mayor calidad molinera.

B) Métodos de siembra. El arroz puede sembrarse mediante tres métodos: dos en "seco" y uno en "terreno inundado".

a) Siembra en "seco con equipo terrestre". Si después del último paso de la rastra el terreno queda bien mullido, se recomienda sembrar con maquinas de picos, cerciorándose periódicamente que no se tapen los "chuzos", para impedir fallas en la siembra. Se sugiere sembrar el 50% de semilla en un sentido y la otra mitad en forma perpendicular, a fin de obtener una mejor distribución de la misma.

b) Siembra en "seco" al voleo o con equipo aéreo. Si después de la preparación del terreno, éste queda ligeramente terronado, se recomienda sembrar también en "seco", ya sea al "voleo" o con avioneta; pero sin tapar, ya que el desmoronamiento de los terroncitos, causado por el primer riego, hace el tapado de la semilla. Esta quedará a una profundidad uniforme y más adecuada, disponiendo de mejores condiciones para su germinación y crecimiento inicial.

c) Siembra en "terreno inundado". Si se llegan a presentar lluvias sobre terrenos ya preparados y no es posible hacer la siembra con máquina terrestre, se recomienda el sistema de "terreno inundado", que consiste en los siguientes pasos:

Inundar todas las melgas.

Suspender el agua un día antes de la siembra.

Hacer la siembra con avión.

Reanudar la inundación al siguiente día de la siembra.

Suspender la inundación a los 3 días.

C) Población de plantas. Lograr una buena población de plantas es muy importante, porque influye en forma notable sobre los rendimientos y ella depende principalmente de los siguientes factores:

a) Densidad. Las siembras de junio requieren menor cantidad de semilla, se estiman suficientes 120 kilos de semilla/ha. de cualquiera de las tres variedades recomendadas. Por el contrario, las siembras de julio requieren de mayor cantidad de semilla (por exceso de humedad causado por las lluvias), en este caso son necesarios 150 kilos/ha. para las tres variedades.

Sin embargo, la SEP (1987), menciona que la siembra al voleo requiere aproximadamente 120 a 160 kg. De semilla por hectárea. Cuando se siembra por medio de un avión, se necesitan 200 kilogramos de semilla por hectárea.

Cuando se hace la siembra en hileras, la cantidad de semilla dependerá de la distancia entre hileras como se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7. Muestra distancia y cantidad de semillas en la siembra en hilera.

Distancia	Cantidad de semilla
15 a 25 cm.	90 a 110 kg/ha
40 a 60 cm.	50 a 80 kg/ha

Para siembras de trasplante usar 30 kg/ha (Robles, 1990).

- b) Nivelación. La nivelación correcta del terreno permite un mejor manejo del agua para obtener una humedad uniforme. Por el contrario en suelos desnivelados tienen mayores fallas porque en las partes bajas existe exceso de humedad y en las partes altas existe deficiencia de la misma, a consecuencia de estas dos situaciones existe deficiencia en la germinación. De ahí que los terrenos que no queden bien nivelados requieren de una mayor cantidad de semilla.
- c) Métodos de siembra. Cuando la semilla se tapa con rastra de discos, una parte de ella queda a profundidad mayor que la recomendable y otra muy superficial, lo cual ocasiona que las primeras no alcancen a emerger y las segundas carezcan muy pronto de humedad por lo que disminuye la densidad de población. En cuanto a las siembras con avión, como el tapado de la semilla se realiza mediante el desmoronamiento de los terrones provocado por el primer riego, una parte queda muy superficial y es atacado por los pájaros; otra parte queda cubierta con sólo una ligera capa de tierra, que sufre secamiento rápido y hace carecer a la semilla de la humedad necesaria para continuar su proceso de germinación. Por lo anterior, en siembras bajo estos sistemas se recomienda una mayor cantidad de semilla por hectárea.
- d) Buena calidad de la semilla. Debe emplearse semilla de alto poder germinativo para evitar la necesidad de sembrar una mayor dosis por hectárea.

e) Variedad escogida. El grado de amacollamiento propio de cada variedad, es un factor que también influye sobre la densidad de siembra más apropiada.

Siembra de semilleros.

Cuando se preparan semilleros, la siembra se hace a mayor densidad. En tales casos, se deben sembrar 60 gr de semilla por metro cuadrado, o sea, 600 kg por hectárea de semillero. Cada hectárea de semillero sirve para obtener suficiente número de plántulas, para trasplantar diez hectáreas del arrozal.

Con el fin de asegurar una buena germinación en el semillero, es necesario protegerlo con paja o con material plástico, para evitar que se enfríe. Esta cubierta reduce también la pérdida de plántulas debida a daños ocasionados por aves (SEP, 1987).

Trasplante.

Las plántulas del semillero deben ser trasplantadas al campo cuando éstas tengan de cuatro a cinco hojas. Esto será 30 o 50 días después de la siembra.

En el trasplante, la edad de la plántula es importante por las siguientes razones:

Una plántula demasiado joven no resiste el arranque. La plántula puede morir, y si sobrevive, producirá macollas muy débiles.

Si la plántula se saca después del tiempo oportuno, se detiene su amacollamiento y no los producirá sino hasta que la planta forme otros nudos. Estos nudos nuevos producirán tallos débiles y, consecuentemente, espigas cortas.

La distancia en la cual deben quedar las plántulas en el campo, dependerá de la fertilidad del suelo. En suelos pobres, el trasplante se hace a una distancia de aproximadamente 15 cm. En tierras ricas, el trasplante se hará a una distancia de aproximadamente 45 cm (SEP, 1987).

RIEGOS

El arroz es un cultivo que utiliza el agua en una forma relativamente poco productiva. Por ejemplo, el maíz requiere alrededor de 380 litros de agua para producir un kilogramo de materia seca. Mientras que el arroz requiere casi el doble de esta cantidad o sea 760 litros de agua para producir el mismo kilogramo (SEP,1987).

Requerimientos de agua para cultivos de secano (en seco).

La determinación de los requerimientos de agua para el cultivo del arroz no es sencilla, porque depende de muchos factores, como variedades, temperaturas, humedad relativa del aire, infiltración y viento. Por eso, se puede hablar de los requisitos de agua para el arroz, solo en términos generales.

Transpiración	182 a 1180 mm
Evaporación	107 a 436 mm
<u>Infiltración</u>	<u>54 a 1700 mm</u>
Total:	343 a 3316 mm

Las cantidades de agua usadas durante el ciclo del cultivo, varían según condiciones como sigue:

Se calcula el consumo promedio en aproximadamente 1600 mm, o sea 16000 m³ de agua por hectárea, con variaciones según las condiciones de la región entre unos 380 y 3000 mm.

Los requerimientos de agua dependen mucho de la estación en la cual se produce el arroz; mismos que se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 8. Requerimientos de agua según estación (ciclo) del cultivo.

Tipos de variedades	mm de agua	m ³ /ha
Variedades tempranas	400 a 500 mm	4000 a 5000 m ³ /ha
Variedades de temporal	600 a 700 mm	6000 a 7000 m ³ /ha
Variedades tardías	800 a 900 mm	8000 a 9000 m ³ /ha

El arroz no debe de carecer de agua, especialmente en las épocas de demanda crítica, es decir, durante:

- la germinación
- el amacollamiento
- el embuche, cuando se forma la panoja
- la floración
- el estado lechoso del grano

Requerimientos de agua para cultivos acuáticos.

En la orizocultura acuática se utilizan mayores volúmenes de agua, debido a las necesidades de constante inundación del arrozal:

- 1) La siembra y germinación se hace en suelos húmedos, o en suelos lodosos.
- 2) Cuando la planta tiene una altura de 15 a 20 cm, se realiza su trasplante en terrenos inundados con una lámina de agua de unos 3 cm.
- 3) Una semana después del trasplante, se desagua el terreno para la aplicación de una tercera parte de nitrógeno. La primera aplicación se hizo antes de la siembra o trasplante.
- 4) Después de tres días se vuelve a inundar el terreno.
- 5) Después de una o dos semanas, se desagua el terreno nuevamente para la aplicación de herbicidas post-emergentes y para promover el amacollamiento de las plantas.
- 6) Después de aproximadamente tres días se vuelve a inundar el terreno.
- 7) Cuando el cultivo está en la etapa del embuche, se aumenta el nivel del agua hasta unos 10 cm.
- 8) Al principio del espiguelo se vuelve a drenar el terreno para la última aplicación de una tercera parte del nitrógeno.
- 9) Después de unos tres días se vuelve a inundar el terreno hasta un nivel de agua de aproximadamente 20 cm.

10) Unas dos semanas antes de la cosecha se vacía el agua. En este momento, los granos de la base de la panoja están en estado lechoso. El drenaje favorece la maduración del grano.

Del esquema de inundaciones y drenajes se deduce que aparte del consumo propio del cultivo, se necesita una cantidad de agua aproximadamente 40 cm, o sea de 400 mm o 4000 m³ por hectárea.

En caso de que el productor necesite aplicar algún pesticida, se debe drenar el terreno otra vez. Eso aumentará aún la cantidad total de agua que se requiere para el cultivo.

El riego del arrozal debe ser lento, con el fin de evitar un estancamiento excesivo del agua y la multiplicación de malezas acuáticas.

Por otro lado, la temperatura del agua puede ser perjudicial para el cultivo, especialmente en climas templados. Si el agua tiene una temperatura menor de 15° C, se entorpece el espiguelo. Este problema es más común particularmente en las entradas principales de agua (SEP, 1987).

MALEZAS

Topolanski, (1975) menciona que los factores que favorecen el desarrollo de las malezas son la preparación o ejecución incorrectas de las distintas etapas del cultivo, es decir, preparación del suelo, la sistematización del cultivo, drenaje, rotaciones, fertilización, correcta aplicación del riego, etc.

Las numerosas malezas que invaden los arrozales entablan una competencia con la planta cultivada, que finalmente le ocasiona a ésta un grave perjuicio pues reduce su rendimiento. El perjuicio es aun mayor pues en muchos casos disminuye la calidad comercial del grano.

Malezas más nocivas existentes en las diferentes regiones arroceras.

A fin de situarnos mejor en lo que implica el problema de las malezas, daremos una nómina alfabética de las variedades más nocivas existentes en las distintas regiones.

Algunas de las malezas mencionadas, aunque son originarias de Africa, de América, de Asia, de Australia, de Oceanía o de Europa, ya han comenzado a aparecer en muchos países donde hasta ahora no existían.

En esta lista incluimos sólo la nominación botánica internacional de cada variedad, a fin de evitar confusiones.

Las diferentes malezas viven en formas distintas en el medio ambiente. Algunas, igual que el arroz, viven temporalmente en el agua y, otras siempre viven en el agua, ya sea en forma flotante o sumergidas. Por lo anterior y para evitar confusión al costado de cada maleza se coloca una letra que indica su forma de vida en el cultivo del arroz: (H)= Suelo húmedo, (S)= Planta sumergida, (F)=Planta flotante.

LISTA DE MALEZAS DE LOS ARROZALES

<i>Acnida</i> spp (H)	<i>Botomus umbellatus</i> (H)
<i>Acoras calamus</i> (H)	<i>Brachiaria</i> spp. (H)
<i>Aeschynomene</i> spp. (H)	<i>Brasenia schreberi</i> (H)
<i>A. indica</i> (H)	<i>Bromus secalinus</i> (H)
<i>A. virginica</i> (H)	<i>Cabomba</i> spp. (S)
<i>Alisma</i> spp (H) y (F)	<i>Callitriche</i> spp. (S)
<i>A. gramineum</i> (H)	<i>Calystegia sepium</i> (H)
<i>A. lanceolatum</i> (H) y (F)	<i>Caperonia castanaefolia</i> (H)
<i>A. (Plantago) acuatica</i> (H) y (F)	<i>C. palustris</i> (H)
<i>Alopecurus aequalis</i> (H)	<i>Carex</i> spp. (H)
<i>A. geniculatus</i> (H)	<i>C. paniculata</i> (H)
<i>Alternanthera phyloxeroides</i> (H)	<i>C. riparia</i> (H)
<i>Althaea officinalis</i> (H)	<i>Ceratophyllum demersum</i> (S)
<i>Ammannia</i> spp. (H)	<i>Chara</i> spp. (s)

<i>A. coccinea</i> (H)	<i>Ch .jymonotipys</i> (S)
<i>Anacharis canadensis</i> (S)	<i>Cicuta</i> spp. (H)
<i>Apium modiflorum</i> (H)	<i>Cladium jamaicensis</i> (H)
<i>Aster exilis</i> (H)	<i>Coix gigantea</i> (H)
<i>Asteracantha phyloxeroides</i> (H)	<i>Commelina virginica</i> (H)
<i>Azolla caroliniana</i> (F)	<i>Cotula coronopifolia</i> (H)
<i>A. filiculoides</i> (F)	<i>Croton capitatus</i> (H)
<i>Bacopa</i> spp. (H)	<i>Cynodon dactylon</i> (H)
<i>B. rotundifolia</i> (H)	<i>Cyperus</i> spp. (H)
<i>Bidens</i> spp. (H)	<i>C. articulatus</i> (H)
<i>B. frondosus</i> (H)	<i>C. badius</i> (H)
<i>C. dehiscens</i> (H)	<i>Eleocharis</i> spp. (H)
<i>C. difformis</i> (H)	<i>E. acicularis</i> (H)
<i>C. heragrostis</i> (H)	<i>E. baldwinii</i> (H)
<i>C. esculentum</i> (H)	<i>E. equisetina</i> (H)
<i>C. fuscus</i> (H)	<i>E. grosus</i> (H)
<i>C. flavescens</i> (H)	<i>E. mucronatus</i> (H)
<i>C. iria</i> (H)	<i>E. multicaulis</i> (H)
<i>C. lacteus</i> (H)	<i>E. palustris</i> (H)
<i>C. reflexus</i> (H)	<i>Elodea</i> spp. (S)
<i>C. rotundus</i> (H)	<i>E. canadensis</i> (S)
<i>C. serotinus</i> (H)	<i>Enhydra</i> spp. (H)

<i>C. virens</i> (H)	<i>E. angustipelata</i> (H)
<i>Damasonium alisma</i> (H)	<i>E. sessilia</i> (H)
<i>Decodon verticillatus</i> (H)	<i>Equisetum</i> spp. (H)
<i>Digitaria</i> spp. (H)	<i>E. telmateia</i> (H)
<i>Digitaria sanguinalis</i> (H)	<i>E. palustre</i> (H)
<i>D. sequiglumis</i> (H)	<i>Erigeron canadensis</i> (H)
<i>Diodia teres</i> (H)	<i>Eryngium corniculatum</i> (H)
<i>Echinochloa</i> spp. (H)	<i>E. hookeri</i> (H)
<i>E. colonum</i> (H)	<i>E. pandanifolium</i> (H)
<i>E. crus-galli</i> (H)	<i>Fimbristylis</i> spp. (H)
<i>E. crus-pavonis</i> (H) = (<i>E. Pavonis</i>)	<i>F. aumnalis</i> (H)
<i>E. helodes</i> (H)	<i>F. milacea</i> (H)
<i>E. oryzoides</i> (H)	<i>F pubescens</i> (H)
<i>E. palustris</i> (H)	<i>Glyceria</i> spp. (H)
<i>E. pavonis</i> (H) = (<i>E. crus-pavonis</i>)	<i>G. declinata</i> (H)
<i>E. phyllopogon</i> (H)	<i>G. fluitans</i> (H)
<i>E. stagnina</i> (H)	<i>Gnaphalium lueto-album</i> (H)
<i>Ecipta alba</i> (H)	<i>G. uliginosum</i> (H)
<i>Eichornia</i> spp. (F)	<i>Heleocharis ocrenta</i> (H)
<i>E. crassipes</i> (F)	<i>Heliconia</i> spp. (H)
<i>Helitropium supinum</i> (H)	<i>Lemma minor</i> (F)
<i>Heteranthera</i> spp (H)	<i>Leptochloa</i> spp. (H)

H. limosa (H) *L. fascicularis* (H)
Hibiscus trionum (H) *L. paniculoides* (H)
Hippuris vulgaris (H) *Limnobium spongia* (H)
Hydroclos crolinensis (F) *Lindernia dubia* (H)
Hydrocotyle spp. (H) *Ludwinia* spp. (H)
H. vulgare (H) *L. palustris* (H)
Hypericum elodes (H) *Lycopus europaeus* (H)
Imperata cylindrica (H) *Lythrum junceum* (H)
Ipomea spp. (H) *L. hyssopifolium* (H)
Iris pseudacorus (H) *L. salicaria* (H)
Isachne australis (H) *Marsilea quadrifolia* (F)
Ischaemun rugosum (H) *Mentha aquatica* (H)
Juncus spp. (H) *M. rotundifolia* (H)
J. articulatus (H) *Myriophyllum* spp. (H)
J. bufonius (H) *M. alterniflorum* (H)
J. effusus (H) *M. spicatum* (H)
J. inflexus (H) *M. verticillatum* (H)
J. rugosus (H) *Najas* spp. (S)
J. striatus (H) *N. minor* (S)
J. tenageia (H) *Nasturtium officinale* (H)
Jussiaea spp. (H) *Nelumbo lutea* (F)
Jussieux longifolia (H) *Nuphar advena* (F)

<i>J. uruguayensis</i> (H)	<i>N. luteum</i> (F)
<i>Kylingia monocephala</i> (H)	<i>Nyphaea</i> spp. (F)
<i>Leersia</i> spp. (H)	<i>N. alba</i> (F)
<i>L. hexandra</i> (H)	<i>Nynphoide</i> spp. (F)
<i>L. oryzoides</i> (H)	<i>Oryza rufipogon</i> (H)
<i>Lemma</i> spp. (F)	<i>O. sativa</i> var. <i>rufipogon</i> (H)
<i>L. gibba</i> (F)	<i>O. perennis</i> var. <i>barthii</i> (H)
<i>Oryza stapfi</i> (H)	<i>Pondeteria cordata</i> (S)
<i>Panicum</i> spp. (H)	<i>Potamogeton</i> spp. (S)
<i>P. dictomiflorum</i> (H)	<i>P. crispus</i> (S)
<i>P. maximum</i> (H)	<i>P. densus</i> (S)
<i>P. phyllorhizoides</i> (H)	<i>P. fluitans</i> (S)
<i>P. purpurascens</i> (H)	<i>P. natans</i> (S)
<i>P. repens</i> (H)	<i>P. polygonifolium</i> (S)
<i>Paspalum</i> spp. (H)	<i>Prosperina</i> spp. (S)
<i>P. distichum</i> (H)	<i>Pulicaria dysenterica</i> (H)
<i>P. modestum</i> (H)	<i>P. uliginosa</i> (H)
<i>P. proliferum</i> (H)	<i>Ranunculus</i> spp. (H) (F) (S)
<i>P. vaginatum</i> (H)	<i>R. equatilis</i> (S)
<i>Peltandra virginica</i> (H)	<i>R. hederaceus</i> (F)
<i>Phalaris</i> spp. (H)	<i>R. repens</i> (H)
<i>P. aquatica</i> (H)	<i>Regenellidium diphyllian</i> (H)

<i>P. brachystachys</i> (H)	<i>Rhynchospora</i> spp. (H)
<i>P. paradox</i> (H)	<i>Rorippa amphibia</i> (H)
<i>Phragmites communis</i> (H)	<i>R. nasturtium aquatica</i> (H)
<i>Pilularia globulifera</i> (F)	<i>Rumex crispus</i> (H)
<i>Pistia stratiotes</i> (F)	<i>Ruppia maritima</i> (H)
<i>Pithophora</i> spp. (algas) (F)	<i>Sagitaria</i> spp. (H)
<i>Plantago major</i> (H)	<i>S. latifolia</i> (H)
<i>Polygonum</i> spp. (H)	<i>S. montevidensis</i> (H)
<i>P. acre</i> (H)	<i>S. sagittifolia</i> (H)
<i>P. amphibium</i> (H)	<i>Salvinia auriculata</i> (F)
<i>P. aviculare</i> (H)	<i>S. rotundifolia</i> (F)
<i>P. hydropiperoides</i> (H)	<i>Saurus cernuus</i> (H)
<i>P. lapathifolium</i> (H)	<i>Scirpus</i> spp. (H)
<i>P. presicaria</i> (H)	<i>S. cernuus</i> (H)
<i>P. punctatum</i> (H)	<i>S. fluviatilis</i> (H)
<i>P. salcifolium</i> (H)	<i>S. grosus</i> (H)
<i>Scirpus holoschoenus</i> (H)	<i>Spirodela polirrhiza</i> (F)
<i>S. juncoides</i> (H)	<i>Stelaria media</i> (H)
<i>S. lacustris</i> (H)	<i>Trapa natans</i> (F)
<i>S. maritimus</i> (H)	<i>Tupha</i> spp. (H)
<i>S. mucronatus</i> (H)	<i>T. latifolia</i> (H)
<i>S. tabermaemontani</i> (H)	<i>T. angustifolia</i> (H)

<i>Scutellaria galericulata</i> (H)	<i>T. australis</i> (H)
<i>S. minor</i> (H)	<i>Urticularia</i> spp. (S)
<i>Sesbania axaltata</i> (H)	<i>U. flexuosa</i> (S)
<i>S. macrocarpa</i> (H)	<i>U. neglecta</i> (S)
<i>Setaria glauca</i> (H)	<i>Vallisneria spiralis</i> (S)
<i>S. lutescens</i> (H)	<i>Verbena officinalis</i> (H)
<i>Sparganium</i> spp. (H)	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> (H)
<i>S. ramosum</i> (H)	<i>Wolffia</i> spp. (F)
<i>S. simplex</i> (H)	<i>W. arrhiza</i> (F)
<i>Spartina</i> spp. (H)	<i>Xanthium spinosum</i> (H)
<i>Sphaenoclea zeylanica</i> (H)	<i>Zannichellia palustris</i> (S)
<i>Spirodela</i> spp. (F)	<i>Zizaniopsis spongia</i> (H)
	<i>Zostera marina</i> (S)

Control de malas hierbas.

Para controlar las malezas existen distintos métodos: la selección de uno u otro depende principalmente de las circunstancias locales, en especial de las posibilidades de que pueda disponer el productor par aplicar cada método.

Topolanski, (1975) cita a los siguientes métodos de control:

Sumersión permanente del campo

En este caso, se aconseja mantener el campo sumergido en forma permanente durante el período entre el final de la cosecha del arroz y la siguiente siembra.

El fundamento de este método es que hay numerosas malezas que no nacen mientras el suelo está cubierto por más de 15 cm de agua. Este mismo razonamiento induce a otros a sembrar en el agua.

El método de la sumersión permanente de un suelo, tiene un grave inconveniente: la falta de oreo que suministre oxígeno y nitrógeno a la tierra. En caso de usarse esta forma de combate de las malezas, deberá disponerse de medios muy adecuados para lograr el oportuno oreo del suelo. En tal caso, se deberá disponer de drenajes muy eficientes y rápidos, que permitan mantener el cultivo sin agua durante un determinado período, hasta que la superficie del terreno comience a resquebrajarse.

Pero también presenta otro inconveniente de mucha importancia, que es el posible ataque de las malezas palustres, que viven debajo del agua o flotan sobre ella, como *Alisma* spp., *Eichornia* spp., *Elodea* spp., *Hydrocotylis carolinensis*, *Lemna* spp., *Nyphae* spp., *Potamogeton* spp., *Salvinia* spp., *Utricularia* spp., etc. Este problema debe ser analizado con mucho cuidado antes de adoptar la sumersión permanente.

Desecación contra las malezas.

La lucha contra las malezas también se encarga desde un punto de vista exactamente opuesto, que en general, ha proporcionado buenos resultados. En primer término, se otorga fundamental importancia a la necesidad que tienen las plantas de arroz de disponer de oxígeno. Por otra parte, también se tiene presente que la mayoría de las malezas requieren un alto grado de humedad. De acuerdo con esta constatación se trata, en lo posible, de suministrar esa humedad al arroz a último momento, cuando sea necesaria para su crecimiento. El procedimiento consiste, en general, en trabajar las tierras lo más secas posibles, lo que necesariamente requiere drenajes óptimos y un emparejamiento correcto de la superficie del suelo.

Para lograr una mayor efectividad, hay agricultores que introducen en este sistema rotaciones, ya sea con praderas u otros cultivos, pero que en ningún caso pasan con el arroz más de dos años consecutivos en las mismas tierras.

Con esta orientación general, que lógicamente tiene y debe tener variantes apropiadas a las distintas latitudes, en cuanto a las etapas del cultivo, a los tipos de suelos, etc., se ha conseguido un dominio muy efectivo de las malezas, cuando también de muchas plagas y enfermedades.

Laboreo oportuno de las tierras.

Se considera que un elemento básico para combatir las malezas en forma efectiva es la buena preparación del terreno. La última arada de otoño se deja sin rastrear, pues de esta manera la tierra se airea bien. Esto se recomienda especialmente para los suelos arcillosos y/o limosos.

En primavera, poco antes de la siembra, las tierras son enérgicamente rastreadas, primero con rastra de discos para destruir las malezas que han empezado a nacer, y luego con rastra de dientes para afinar la tierra. Por último, se emparejan prolijamente con un alisador y enseguida se procede a la siembra.

Se ha podido constatar que este sistema resulta muy efectivo para controlar las malezas, siempre que vaya acompañado de las debidas rotaciones y de buenos drenajes.

Siembra de tierras sin laboreo previo.

El arroz es sembrado por medio de la sembradora de zapatas (*sodseeder*), en un terreno natural o inmediatamente después de alguna pradera artificial implantada varios años atrás.

Previamente, antes de la siembra, el campo debe ser sometido a un pastoreo muy intenso, preferiblemente con ovinos, con el fin de bajar al máximo la altura de los pastos. Los rendimientos de las cosechas de arroz no difieren de los obtenidos por medio de los métodos clásicos. Se sostiene que este método es muy eficaz para evitar la propagación de las malezas, pero también en este caso se requiere un drenaje muy eficiente del terreno.

Arrozales trashumantes, migratorios o nómades.

En realidad, no se trata de un método ideado con el fin de combatir o controlar las malezas, sino que es la decisión de los agricultores de abandonar la tierra cuando las malezas superan su capacidad para combatirlas. Esta forma de proceder es consecuencia de una actitud negligente muy común en nuestro continente. Se menciona porque resulta antieconómica para la región puede lograr, con resultados variables de acuerdo con el drenaje natural del terreno, el control de muchas malezas.

Siembra en agua.

En algunas zonas se han obtenido resultados bastante buenos en el combate de las malezas mediante la siembra en el agua de semillas pregerminadas.

Oelke y Morse (Topolanski, 1975) destacan que por medio de este método o de la sumersión del cultivo de arroz con mucho agua, tal como se practica habitualmente en California para combatir las malezas *Echinochloa* spp., no siempre se obtienen los resultados esperados, y esta plaga puede continuar siendo un problema.

Calidad de la semilla.

No cabe duda de que la calidad de la semilla es, quizás, uno de los factores más importantes para prevenir la aparición de muchas malezas. El productor de arroz debe exigir semillas limpias, libres de malezas, impurezas y enfermedades. Se ha constatado que en todo el mundo este factor se descuida mucho.

Trasplante del arroz.

El trasplante del arroz constituye un método bastante eficaz para controlar las malezas. Pero puede practicarse sólo en aquellos lugares en que la mano de obra es abundante y barata. En América latina prevalece el cultivo mecanizado.

Uso de herbicidas.

En algunas regiones, a pesar de que se emplean métodos de cultivo correctos, es prácticamente imposible obtener resultados positivos para librar a los cultivos de las malezas. El único medio eficaz consiste en acompañar las buenas prácticas culturales con el uso de los herbicidas adecuados (Topolanski, 1975).

Para la SEP (1987), en campos extensos se emplea a menudo el deshierbe químico, mediante los siguientes herbicidas:

2,4-D Amina, conocido en el mercado como DMA-6

Propanil, conocido en el mercado como STAM LV-10 o como STAM F-34.

Rojas, (1995) menciona que el 2,4-D se aplica al suelo o al follaje, de pre o postemergencia. Su uso es estándar es para controlar malezas de hoja ancha en campos de cereales (maíz, sorgo, trigo, cebada, arroz, etc.), aunque algunas especies, como correhuela (*Ipomea*), son bastante resistentes. No debe aplicar a cereales acabados de nacer o en espiga. Su poder residual es de 4-5 semanas. En cereales la aplicación estándar es a 0.75 kg/ha a la siembra. Se debe evitar hacer aplicaciones posteriores en las etapas de encañado, aparición de la panoja, entre la envoltura de hojas, florecencia o formación del grano.

Propanil. Rojas, (1995) lo menciona como un herbicida selectivo con acción de contacto. Se absorbe por follaje causando clorosis y necrosis unas horas después del tratamiento hasta luego de tres días. La absorción por la hoja lleva 6 horas. No debe haber lluvia en este lapso. En el suelo se degrada en 1 a 3 días.

Específico y estándar para control de poáceas y ciperáceas (coquillo) en arroz. Se aplica de 3-8 kg/ha cuando las malezas tienen 1 a 3 hojas en 50 a 150 lt de agua; se debe inundar la zona a los 3 ó 5 días de haberlo aplicado. También se emplea con éxito en arroz de temporal con buena humedad edáfica. No se debe mezclar con insecticidas organofosforados ni carbámicos. Debiendo pasar 15 días entre aplicación de propanil y de estos productos, pues el herbicida pierde selectividad.

SEP, (1987) menciona que de todas maneras, tomando en cuenta que las fórmulas de los herbicidas varían de país en país, es siempre conveniente consultar las instrucciones del fabricante para preparar las mezclas y aplicarlas de la mejor forma.

En términos generales, la dosis y las épocas de aplicación de los herbicidas son como se muestra en el cuadro 9.

Cuadro 9. Muestra la dosis y época de aplicación de herbicidas.

Malezas	APLICACIÓN POR HECTAREA	
	Cultivos de trasplante	Cultivos de siembra
Hoja ancha	2,4-D Amina 1 litro	2,4-D Amina 1.5 litros
Hoja angosta	STAM LV-10 4 litros	STAM LV-10 6.0 litros
Hoja ancha y	2,4-D Amina 1 litro	2,4-D Amina 1.5 litros
Hoja angosta	STAM LV-10 4 litros	STAM LV-10 6.0 litros
Epoca de la aplicación	11 a 15 días después del trasplante	15 a 20 días después de la siembra

Para combatir malezas, tanto de hoja ancha como de hoja angosta, se puede aplicar una mezcla de dos tipos de herbicidas. En este caso, se añade un mojante a los productos mezclados. Por ejemplo, se añaden a la dosis de la mezcla por hectárea 0.2 litros de Atlox 3049, o 50 g. de un detergente en polvo diluido en un litro de agua.

Sin embargo el DEAQ, (1996) reporta al producto Arrosolo 3-3E^{MR} como un herbicida que contiene como ingrediente activo al molinate; como un herbicida selectivo para el cultivo del arroz, controlando malezas tanto zacates (hoja angosta), como de hoja ancha. La dosis de aplicación es de: 6 L/ha con maleza de 2-4 cm de altura. 8 L/ha con maleza de 6-8 cm de altura. 10-12 L/ha con maleza de 8-12 cm de altura.

Malezas de mayor importancia en el cultivo del arroz.

Existen malezas de mayor importancia en el cultivo del arroz , por ello se hace especial énfasis en estas, como son, el arroz rojo, al *Echinochloa* spp. y a las malezas acuáticas.

Arroz rojo

Topolanski, (1975) lo considera una de las plagas más graves. Incide directamente sobre los resultados económicos de una cosecha, reduce el rendimiento por unidad de área y, sobre todo, desvaloriza comercialmente al arroz como mercadería.

El arroz rojo, *Oryza rufipogon* Griff, es una planta silvestre, muy difícil de reconocer en la práctica. Es muy parecida al arroz doméstico, *O. Sativa* L., y además existen muchas variedades híbridas entre las dos especies.

Las características más notables del arroz rojo, según Smith y Sonnier pueden resumirse de esta manera:

- a) las hojas tienen un color verde más claro, son más erectas y más ásperas que las de las variedades domésticas.
- b) La planta produce mayor cantidad de macollos.
- c) Los granos en la panoja están bastante más separados.
- d) Algunas de las glumas son rojizas; este detalle a veces se constata también en algunas variedades de arroz doméstico.
- e) El poder germinativo del grano en el suelo puede llegar a más de siete años.
- f) El grano es rojo en su superficie y en su interior. En algunas variedades híbridas esa coloración muchas veces es superficial.
- g) El arroz doméstico madura en forma uniforme en toda la panoja mientras que el rojo lo hace en forma discontinua y se desgrana poco a poco (carácter dominante en los híbridos). Lamentablemente, el agricultor constata este detalle sólo en la etapa de plena maduración del cultivo.

Para defenderse contra esta maleza se considera fundamental que el productor emplee semillas certificadas, libres de arroz rojo y de otras impurezas. También es efectivo efectuar el laboreo oportuno de las tierras infestadas, haciendo una inundación previa, y luego esperar la germinación del arroz rojo y de otras malezas. Luego de remover nuevamente la tierra, se procede a la siembra más bien tardía de alguna de las variedades de ciclo corto; los resultados son, en general, bastante satisfactorios.

También se logran buenos resultados sembrando variedades de maduración muy precoz, que por tener un ciclo más corto que el del arroz rojo permiten cosechar granos sin los de la maleza. Si existiesen plantas de arroz rojo, sus tallos serían cortados por la cosechadora, con lo que se interrumpiría su crecimiento.

Echinochloa spp.

Nester (Topolanski, 1975) al referirse al control de la *Echinochloa* spp., que sin duda es un grupo de malezas predominantes en toda América, señala:

a) Manejo del agua. La siembra del arroz en el agua favorece el control, pero intensifica los problemas relativos a las algas. Para poder controlar la *Echinochloa* spp., el arroz debe quedar cubierto de agua mientras tenga una a tres hojas. Si la temperatura del agua es mayor de 35° C contiene menos oxígeno, lo que facilita la destrucción de *Echinochloa* spp., pero también puede afectar a las plantas tiernas. Nester también advierte que si el agua es de calidad dura, la sumersión prolongada puede perjudicar al arroz nuevo.

b) Preparación del terreno y de los bordos. El empleo del emparejamiento de la superficie del terreno, acompañado de bordos apropiadamente construidos, contribuirá a que el campo quede cubierto uniformemente, a que la altura del agua pueda controlarse, a que se pueda obtener un buen drenaje y a que el arroz tenga un buen porte y su maduración sea uniforme.

En esta forma, las malezas acuáticas serán menos numerosas, especialmente porque cuando se realiza el drenaje los charcos quedan eliminados y las partes altas con poca agua también desaparecen. Además con un campo bien emparejado, se pueden hacer menos bordos y más adecuados a las necesidades del control y del manejo del suelo en general.

- c) Preparación de la sementera. Si a la siembra del arroz procede una buena preparación de la sementera con disqueado y rastreo oportuno, la infección de la *Echinochloa* spp. se reduce notablemente. El rastreo debe ser superficial, de 5 a 7 cm, para no llevar las semillas de maleza que no germinaron hacia la superficie.
- d) Rotaciones. Al respecto, se mencionan las rotaciones de dos años de soja o avena con arroz. Las rotaciones son un factor de suma importancia en la reducción de las malezas.
- e) Fertilizantes. La correcta aplicación del fósforo y del nitrógeno es muy importante, pues ambos favorecen el desarrollo de la *Echinochloa* spp. Estos fertilizantes no se deben aplicar directamente antes de la siembra. Se puede obtener un buen resultado si se los aplica al cultivo anterior en alguna rotación. También se puede poner el fertilizante poco antes de inundar el arroz por primera vez. Es aconsejable colocar los fosfatos a una profundidad de 5 a 10 cm. Si existe el problema de la *Echinochloa* spp., el nitrógeno se aplicará después que esa maleza haya nacido.

Malezas acuáticas.

Las malezas típicamente acuáticas, que pueden afectar a los arrozales, son las plantas que por su naturaleza predominan en las ciénagas, pantanos o bañados.

En el caso particular se trata a la maleza conocida como hierba caimán (*Alternanthera phyloxeroides*). Es típica del sur de los E.U.A., donde en 1968 comenzó a propagarse por el Estado de Arkansas en forma muy intensiva, en los canales y pequeños causes naturales. Su empuje fue tan fuerte que obstruyó las corrientes de agua, con lo que redujo las posibilidades de riego. La infección apareció primero en los embalses y lagunas. Luego se constataron varios casos de invasión en los cultivos de arroz, donde sus perjuicios fueron muy intensos, dada la rapidez de su desarrollo.

Su control es muy difícil, pues tiene un sistema radicular muy desarrollado y además se reproduce vegetativamente. En los cultivos se logró controlarla por medio de rotaciones de secano. Pero para el control en canales, embalses, lagunas, etc., sólo se obtuvieron resultados parcialmente aceptables por medio del empleo de herbicidas que contenían fenóxido con la inclusión de ácido acético y propiónico.

Entre otras malezas acuáticas, se destacan ciertas algas que son capaces de provocar serios perjuicios, debido, principalmente, a que estancan y oscurecen el agua, además de sofocar las plantas.

Cuando se ha procurado eliminarlas se han obtenido buenos resultados por medio de la aplicación de sulfato de cobre embolsado en envases permeables en el cultivo inundado. Se estima que el consumo es aproximadamente de 20 kg/ha. El resultado es efectivo y definitivo.

Bisiach (Topolanski, 1975) menciona las siguientes especies de algas perjudiciales:

Anabaena catenula

Nostoc linkia

A. oscillarioides

Oscillatoria limnetica

A. variabilis

O. Tenuis

Cladophora spp.

Phormidium spp.

Lyngbia spp.

Plectonema spp.

ENFERMEDADES

El Instituto Internacional de Investigación del Arroz en las Filipinas ha llevado a cabo una "revolución verde" semejante, en relación al mejoramiento de las variedades de arroz. Se produjeron y distribuyeron ampliamente en el sureste asiático y en otras partes del mundo nuevas variedades de arroz enano resistente al acame, que respondieron favorablemente a la alta fertilización con nitrógeno y dieron altos rendimientos. En poco tiempo, sin embargo, muchas de esas variedades se hicieron susceptibles a enfermedades, como el tizón bacteriano causado por *Xanthomonas oryzae* y al estriado foliar bacteriano causado por *X. Oryzicola*, enfermedades que se desconocían o tenían poca importancia, (Agrios,1996).

Las enfermedades del arroz pueden ser causadas por hongos y bacterias, virus y nematodos. En ocasiones, los factores físicos pueden agudizar las enfermedades.

Las enfermedades más importantes y el daño en las plantas son las siguientes:

FUNGOSAS

Mancha angosta parda de la hoja

Causado por el hongo *Cercospora oryzae* Miyake. La enfermedad varía en severidad año con año y llega a ser generalmente la más severa cuando el arroz se acerca a la madurez, causando la maduración prematura y por ende la reducción de la producción. Los puntos en la hoja son largos (0.1-0.5 pulgadas), anchos (0.032 pulgadas) y de color pardo-rojizo oscuro. La muerte prematura de la hoja ocurrirá en casos severos.

Por lo general las lesiones son más abundantes en las hojas, aunque cuando la infección es severa, se presentan manchas también en la vaina, el tallo y las brácteas florales. En estas las manchas se extienden lateralmente para formar lesiones oblongas.

Control

Las variedades de maduración temprana tienden a escapar del impacto principal de la enfermedad. Hay diferencias en susceptibilidad entre algunas variedades del arroz, sin embargo, debido a la acumulación de ciertas razas del hongo, la resistencia no sigue siendo confiable. Algunos fungicidas foliares suprimen con eficacia esta enfermedad y pueden ser económicos si otras enfermedades también se controlan junto con la mancha angosta parda de la hoja, (Narrow Brown Leaf Spot, 1996).

Agrios,(1996) recomienda a los siguientes fungicidas para el control de esta enfermedad causada por *Cercospora oryzae* Miyake, son: benomyl, dyrene, clorotalonil, caldo bordelés, maneb, dodine y muchos otros.

Mancha café

Esta enfermedad es causada por el hongo *Helminthosporium oryzae*. Esta enfermedad aparece en un principio como pequeñas manchas pardo purpúreas sobre las hojas y glumas. Después, las manchas se extienden y su parte central y contorno adquieren una tonalidad gris y café, respectivamente. Toda la superficie de una gluma puede quedar cubierta por varias manchas pequeñas o por una sola de gran tamaño, sobre las cuales el hongo produce conidios y una cubierta aterciopelada de color café oscuro constituida por conidióforos, y conidios. El hongo ocasiona daños al infectar directamente a las semillas, de las cuales sólo germinan algunas de ellas, y da como resultado el debilitamiento de las plántulas pero los daños más considerables son los que ocasionan al atacar las hojas de las plántulas ya sea en los almácigos o en el campo. En dichas infecciones, el follaje joven sufre daños severos y, debido a ello, dichas plantas se debilitan y disminuyen su producción en forma drástica. Fueron dichas infecciones de las plántulas las que dieron como resultado el hambre de Bengala en 1942, cuando aproximadamente 2 millones de personas murieron por inanición (Agrios, 1996).

Control.

Su control depende del uso de variedades resistentes, semillas sanas, tratamiento de estas con fungicidas, fertilización y rotación de cultivos adecuados, enterrando con el arado los restos de las plantas infectadas, y mediante fungicidas.

Cuando es necesario aplicar fungicidas, muchos de ellos, incluyendo a la cicloheximida, cicloheximida-thiram, clorotalonil, dyrene, maneb y muchos otros deben aplicarse inicialmente a principios de la primavera y continuarse aplicando en intervalos de 1 a 2 semanas hasta donde sea necesario, a fin de controlar la enfermedad, (Agrios, 1996).

Pudrición o quema del arroz.

Enfermedad causada por el hongo *Pyricularia oryzae*. La quemadura puede atacar a la planta en cualquier etapa de crecimiento. Por lo general se presenta en las hojas, pero también puede aparecer en las plántulas (tizón de las plántulas), el culmo (tallo) y en particular en los nudos, las vainas de las hojas, las ramas de la panoja y las estructuras florales. Cuando afecta a los nudos inferiores del tallo, se vuelven negros y se pudren. No ataca a las raíces.

En regímenes de bajas temperaturas nocturnas (20 a 24° C) y de gran humedad, la agudeza de la infección es grande en variedades susceptibles, El hongo que causa esta enfermedad tiene muchas razas patógenas, que difieren en su capacidad para infectar a las variedades de arroz.

Las razas del hongo pueden variar dentro y entre países. Esta enfermedad es particularmente importante en Latinoamérica y Africa Occidental, donde el arroz de tierras altas (en seco) es el principal tipo de cultivo del arroz.

Las lesiones de la quema se manifiestan en las hojas, vainas foliares, raquis, nudos de los tallos, cuello (justo debajo de las panojas) y las glumas. Los síntomas más evidentes de la quema se observan en las hojas y el cuello. El centro de la lesión es de color verde pálido y verde grisáceo, parece estar embebido en agua y posee un borde externo de color café oscuro; el centro se vuelve gradualmente de color gris o casi color paja. Las lesiones que aparecen en las variedades susceptibles tienden a fundirse, causando la desecación completa de las hojas infectadas.

Cerca de las articulaciones de las raquillas o el raquis de las panojas en proceso de maduración, pueden formarse manchas o anillos de color café a negro. En las glumas, se observan pequeñas manchas de color café a negro en las panojas que se han visto seriamente infectadas. Los síntomas más notables son las lesiones del cuello o de los nudos de las panojas cerca de la base de estas últimas, lo cual produce lo que se conoce como pudrición del cuello. Esta es la forma más destructiva de la enfermedad y puede devastar a un cultivo completo (Datta,1986).

Control

El control de esta enfermedad se lleva a cabo mediante el uso de variedades resistentes a la aplicación de fungicidas, pero las semillas libres de enfermedad y/o la eliminación y destrucción de los desechos contaminados puede ser mucho más importante en el caso de algunas enfermedades (Agrios,1996).

La SEP (1987), recomienda algunos fungicidas que pueden ser utilizados para el control de esta enfermedad, como pueden ser el Benlate, Hinosán, Kasumín y Manzate. La aplicación se hace unos tres días antes de la emergencia de las panojas, en la época del embuche. Después de esta aplicación, se deben hacer dos o tres más cada 15 días. La desinfección de la semilla es un medio efectivo de control (SEP,1987).

Mancha con borde pardo de la hoja y de la vaina por Rizoctoniosis.

Enfermedad causada por el hongo *Rhizoctonia oryzae* Ryker y Gooch.

Por lo general está limitada a las vainas y sólo en ataques severos se extiende a las hojas. De ordinario las infecciones son más fuertes en los bordos y orillas de los campos, donde abundan los pastos y otras malezas y la densidad excesiva de siembra resulta en un follaje denso.

Las manchas de la enfermedad son de color pardo rojizo, volviéndose de color paja con bordos pardo rojizos y juntándose para formar zonas manchadas irregulares. Las manchas, por lo común se presentan justo arriba de la línea de agua y con frecuencia precisamente debajo de las lígulas. La temperatura óptima para el crecimiento del hongo es de unos 32° C. A 10° C su desarrollo es escaso y bueno entre 24 y 35° C (Grist,1982).

Control

Agrios (1996), menciona que el control de esta enfermedad, cuando el hongo va en la semilla, depende del uso de semillas libres de la enfermedad o que hallan sido tratadas con agua caliente y compuestos químicos. Debe evitarse cultivar en tierras húmedas y muy poco drenadas, por lo que tiene que haber mejor drenaje y en suelos que presenten condiciones más adecuadas a fin de permitir que las plántulas se desarrollen con mayor rapidez. Debe haber espacios entre las plantas para que se permita una buena aireación de la superficie del suelo y de las plantas. Cuando sea posible, como por ejemplo en los almácigos debe esterilizarse el suelo con vapor o bien tratarse con compuestos químicos. El humedecimiento del suelo con pentacloronitrobenceno (PCNB) ayuda a disminuir el ahogamiento en los almácigos. Cuando han aparecido razas específicas del patógeno puede ser conveniente una rotación de cultivos cada tres años con otro cultivo.

Actualmente varios fungicidas, incluyendo algunos de contacto (iprodione y el clorotalonil) y sistémicos (carboxina, triadimefon y tiofanato de metilo), al parecer proporcionan un control de esta enfermedad causada por *Rhizoctonia*.

Tizón de la vaina

Esta enfermedad es causada por el hongo *Rhizoctonia solani* Kühn. Que tiene como etapa perfecta a *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Dank.

La temperatura y humedad alta favorecen al desarrollo de la enfermedad. Cuando la humedad excede el 95% y las temperaturas están en un radio de acción de 85-90° F, la infección se disemina rápidamente.

El desarrollo de la enfermedad progresa muy rápidamente en las etapas tempranas del crecimiento de la panoja y llenado del grano es en períodos de la precipitación frecuente y los cielos cubiertos (nublados).

Las plantas infectadas pesadamente en la etapa del llenado del grano y crecimiento de la panoja, producen el grano mal llenado, determinado en la porción más baja de la panoja (Sheath Blight, 1996).

Los síntomas de las plantas, es que son atacadas en la etapa de formación de vástagos. Las vainas foliares pierden su color a nivel del agua o por arriba de él. Las lesiones son grandes, oblongas o alargadas irregularmente y aparecen en cualquier parte de la vaina foliar, algunas extendiéndose sobre la lámina de las hojas. Por último, todas las partes de la vaina y la hoja pueden desprenderse fácilmente. Las vainas foliares externas son atacadas primero y el hongo se extiende después hasta las vainas internas.

En los trópicos, cuando se presenta la infección por el tizón de la vaina, no es raro encontrar que la mayoría de las hojas han sido destruidas para el tiempo en que el cultivo de arroz está maduro. En general, esta enfermedad es más aguda en un clima templado, donde hay períodos intensos y prolongados de rocío debidos a las diferencias de temperatura durante el día y la noche (Datta,1986).

Control

Para el control de esta enfermedad se recomienda el mismo tratamiento empleado para el control de *Rhizoctonia oryzae* (mancha con borde pardo de la hoja y de la vaina por Rizoctoniosis), ya que pertenecen al mismo género de agente causal.

Pudrición del vástago ó del tallo

Enfermedad ocasionada por el hongo *Sclerotium oryzae* Catt. y *Leptosphaeria salvinii* es el estado perfecto del hongo.

Se presenta en casi todas las áreas arroceras del mundo. Vive en el suelo como esclerocio hasta por 6 años (Atkins,1973).

El primer síntoma de la pudrición del tallo es la presencia de áreas negras angulares embebidas en agua sobre las vainas, cerca del nivel del agua y por lo común durante las etapas de máxima formación de vástagos o de entrenudos. En general, las lesiones que aparecen en las vainas externas se marchitan al madurar y son difíciles de observar. Más adelante, el hongo infesta los tallos. Cuando los tallos se abren, se observa un micelio algodónoso y grisáceo dentro de los entrenudos. Posteriormente, cuando el arroz se acerca a la madurez, aparecen muchos esclerocios negros dentro de los tallos. Las plantas afectadas son dañadas o mueren. La pudrición del tallo hace que las plantas de arroz sean susceptibles al acame (Datta,1986).

Control

Las medidas de control para esta enfermedad incluyen las siguientes: rotación de cultivos como maíz y el trigo, uso de variedades de maduración temprana, evitar la fluctuación del agua de una zona contaminada a otra limpia, evitar índices excesivos de nitrógeno, y de la destrucción de residuos de cosechas de arroz (Stem Rot,1996).

Agrios (1996), recomienda para el control de esta enfermedad la aplicación de fertilizantes que contengan amonio y de la aplicación de compuestos de calcio y, en algunos casos de la aplicación de fungicidas como el pentacloronitrobenceno (PCNB), captafol y diclorán antes de realizar la siembra o bien en los surcos durante la siembra (la ayuda de fungicidas para suprimir esta enfermedad no es altamente eficaz).

Bakanae

El bakanae es causado por el hongo *Gibberella fujikuroi* (Sawada) Ito (*Fusarium moliniforme*).

Esta enfermedad está ampliamente distribuida en todas las áreas de Asia donde se cultiva el arroz.

El síntoma más evidente y común del bakanae es una elongación anormal de las plantas infectadas en el almácigo o en el campo. Las plántulas infectadas son varios centímetros más altas que las plantas normales y son delgadas y de color verde amarillento. Esta enfermedad ocurre en la semilla y las plantas infectadas se observan distribuidas al azar por todo el semillero.

En el campo, las plantas infectadas por el bakanae son altas y poseen vástagos muy delgados que sostienen estandartes de color verde pálido por arriba del nivel general del cultivo.

La mayoría de las plantas infectadas mueren antes de que formen panojas o antes de que lleguen a la madurez. Los conidios del hongo, formados sobre la parte inferior de las plantas infectadas, son llevados hasta las panojas de plantas sanas, infectando a las flores y causando más pérdidas en los cultivos (Datta,1986).

Control

Grist (1982), menciona que en varios países hay variedades de arroz que muestran resistencia a la enfermedad, pero los métodos químicos de control han tenido éxito que se han hecho pocas investigaciones recientes encaminadas a producir variedades resistentes. El tratamiento de la semilla como medio de control prácticamente ha eliminado la enfermedad en Japón.

Los primeros trabajos de Thomas (1933) demostraron que remojando la semilla con sulfato de cobre, daban un buen control de la enfermedad.

Carbón

Enfermedad causada por *Tilletia barclayana* Syn., *Neovossia horrida* Tak.

Esta enfermedad se ha registrado en muchos países, pero no se le considera peligrosa, ya que de ordinario sólo son atacadas unas cuantas panojas y éstas a menudo, sólo en forma parcial. Sin embargo, algunas veces causa daños graves y se deben tomar medidas para controlarla.

Los síntomas del carbón se presenta como una masa negra, pulverulenta, hollinosa, de esporas, cuando el grano está madurando en el campo y que revienta a través de las glumas en la época de maduración. Las esporas las dispersa el viento, la lluvia y los insectos. Se dice que la enfermedad es más prevalente cuando se riega el arroz en tiempo seco que cuando el cultivo se hace en la temporada normal de crecimiento. La severidad del ataque está asociada con la cantidad de nitrógeno usada y las épocas en que se aplique (Grist,1982).

Control

Las medidas de control comprenden, sacar del campo todas las panojas infectadas, quemar la panoja y los rastrojos atacados, tratar la semilla con agua caliente antes de la siembra y dejar el terreno en barbecho una temporada de cultivo, así como el uso de variedades resistentes. Para el tratamiento de la semilla; deben espolvorearse o humedecerse con compuestos químicos en caso de que el hongo se encuentre presente en forma de teliosporas sobre la superficie o en el suelo, o deben tratarse con agua caliente si el hongo se encuentra presente en forma de micelio dentro de ellas.

El descubrimiento de la carboxina, tiabendazol, etaconazol y otros fungicidas que son adsorvidos y translocados sistémicamente por las semillas y plántulas, ha permitido llevar a cabo el control químico del hongo mediante el tratamiento de las semillas, incluso de aquellos carbonos que se encuentran en forma de micelio en el interior de ellas. Los tratamientos del suelo con estos y otros compuestos químicos son también útiles en el control de las enfermedades que producen los carbonos (Agrios,1996).

Bacterianas

Tizón foliar bacteriano

Enfermedad causada por la bacteria *Xanthomonas oryzae* (Uyeda *elshiyamo*) Dawson.

Esta enfermedad está muy difundida en Asia. La importancia del tizón bacteriano para la producción del arroz en los países tropicales, como la India, Tailandia, las Filipinas e Indonesia, solamente se ha reconocido en los últimos años.

Los primeros síntomas de esta enfermedad, en los campos, son las lesiones amarillas y onduladas, a lo largo de los márgenes de la porción superior de los limbos de las hojas. Las lesiones se desarrollan con rapidez, paralelamente a las nervaduras y se extienden lateralmente, hacia las zonas sanas. Finalmente, se infecta una porción grande de todo el limbo de la hoja, que se vuelve de color amarillo claro, o blanco sucio y muere. Otro síntoma importante es el tizón en los trópicos es la infección sistemática de las plántulas de arroz. Las bacterias penetran en las hojas a través de las superficies cortadas y otros daños provocados durante el transplante. Desciende a través del tejido vascular hasta la corona o el punto de crecimiento. Cuando se infecta la corona, la hoja joven emerge con un color amarillo pálido.

Cuando se corta la porción inferior de las plántulas atacadas por la enfermedad y se oprime entre los dedos, surge un exudado amarillento y limoso.

Control

Para su control además del uso de variedades resistentes, de la rotación de cultivos y de medidas sanitarias, puede lograrse hasta cierto grado efectuando varias aspersiones durante el período en que las plantas son susceptibles a dichas enfermedades con compuestos químicos tales como el caldo bordelés, otros compuestos de cobre, zineb, antibióticos, tales como la estreptomycin y los tetraciclinas.

Lista bacteriana de la hoja

Enfermedad causada por la bacteria *Xanthomonas oryzae*.

Enfermedad limitada a los trópicos. La bacteria ataca principalmente el tejido parenquimatoso entre las nervaduras de las hojas y en las primeras etapas permanece confinada a los espacios intervenales. Puede entrar en la hoja a través de los estomas o a través de heridas, que se producen principalmente durante las tormentas.

Los síntomas manifestados son la formación de finas líneas intervenales largas o pequeñas, que están embebidas en agua y son de color grisáceo. Las lesiones se extienden y se unen para formar zonas más grandes y se tornan de color amarillo debido a la muerte de las células. Finalmente, una gran parte de toda la lámina de la hoja se vuelve de color amarillo o blanco turbio. En esta etapa, los síntomas son difíciles de distinguir del tizón foliar bacteriano (Datta,1986).

Control

Se combate de la misma forma que *Xanthomonas oryzae* (Agrios,1996).

Virosas

Enfermedad Tungro.

Grist (1982), menciona que es una enfermedad viral, identificada por el IRRI en Filipinas en 1963. El tungro del arroz se encuentra en Asia meridional, desde Pakistán hasta las Filipinas. Esta enfermedad es la que ataca con mayor severidad al arroz.

Las plantas infectadas quedan achaparradas y muestran moteado y amarillamiento de sus hojas, punteaduras de color herrumbroso en las hojas más viejas. El achaparramiento es muy notable solo en las variedades susceptibles. Si se llega a producir grano, por lo general es de color pardo herrumbroso.

Control

Grist (1982), menciona que un control razonable de la enfermedad combinando la siembra de variedades resistentes, con la aplicación de insecticidas, a las plántulas, ya que se sabe que este virus es transmitido por los chapulines *Neophotettix malabanus*, *N. nigropictus*, *N. parvus*, *N. virencens* y *Recilia dorsalis*.

Agrios (1996), por su parte menciona que tanto el virus del enanismo clorótico del maíz y el del tungro son virus que se transmiten por varias chicharritas en forma semipersistente.

Mosaico necrotico.

El nombre de esta enfermedad se refiere a las lesiones necróticas que se forman en los culmos y a la moteadura de mosaico de las láminas foliares de las plantas enfermas.

Los síntomas que se presentan en las plantas infectadas es que tienen un crecimiento desparramado, moteado de mosaico en las hojas y lesiones necróticas en las porciones basales de los culmos y en las vainas. La infección en su mayor parte se efectúa en los semilleros de tierras altas. Las plantas infectadas resultan más susceptibles a la enfermedad de la quemadura.

Control

Como el virus se encuentra en el terreno, los sitios de tierras altas donde se presente no se deben volver a usar como semilleros. Se recomienda cultivar las plántulas en un semillero mojado y esterilizar el suelo.

Hasta la fecha no se tienen pruebas de que la enfermedad sea transmitida por insectos o en las semillas, pero se ha dejado establecido que puede serlo por medios mecánicos y en el terreno.

Hoja blanca.

La enfermedad de la hoja blanca se ha conocido desde hace mucho tiempo en América Latina, en particular en Colombia, Cuba y Venezuela, con varios nombres, tales como clorosis, raya y rayadella, pero no fue sino hasta 1956 que apareció en los E.U.A., descubriéndosele en Florida.

Los síntomas que se manifiestan de esta enfermedad es que las hojas de las plantas afectadas son estriadas, moteadas o blancas. Las plantas son más pequeñas de lo normal, las panojas más pequeñas y las partes florales faltan o son estériles.

Control

El método más efectivo de control consiste en plantar variedades resistentes. En el caso de utilizar insecticidas para el control de vectores (*Sogatodes orizicola* y *Sogata brazilensis*). Se recomienda aplicar concentrado emulsificable de 50% de Folidol M o malatión, en dosis de 1 a 1.5 L/ha, o sus equivalentes en polvo. Las plantas más jóvenes se deben espolvorear con Folidol M2 o malatión al 4%, usando de 8 a 10 kg/ha (Grist,1982).

Enfermedad de roseta.

Esta enfermedad se caracterizó e identificó como la causa de un virus transmitido por un chapulín café, *Nilaparvata lugens* (Datta,1986).

Los síntomas de las plantas enfermas es que quedan muy achaparradas, con crecimiento erecto y con muchos hijuelos. Las hojas son cortas, angostas, de color amarillo pálido o verde claro, con manchas irregulares herrumbrosas, dándole a la planta un aspecto bronceado. Algunas variedades de arroz muestran un conjunto de listas angostas sobre las hojas. Las plantas afectadas pueden madurar, pero no producen panojas o sólo unas cuantas de ellas con glumas vacías de color pardo oscuro.

Control

Puede esperarse que la incidencia de la enfermedad aumente con el incremento de la población del vector, debido a las siembras múltiples de arroz. El vector puede suprimirse a un costo considerable con aspersiones de insecticidas, pero al parecer, el mejor método de control es la utilización de variedades de arroz resistentes al virus (Grist, 1982).

Enanismo.

Enfermedad registrada en Japón en 1880, está es la primera enfermedad cuya transmisión de manera correcta se atribuyó a los saltamontes de las hojas. Se encuentra sólo en Japón. Donde causa una pérdida anual de unas 15000 ton. de grano.

Los síntomas que manifiesta la enfermedad son como puntillos blanco amarillentos a lo largo de las hojas recién desarrolladas. Esos puntos se alargan y diseminan en la hoja en forma paralela al nervio central, formándose líneas delgadas ininterrumpidas. El crecimiento se reduce mucho, los entrenudos se acortan y se desarrollan numerosos hijuelos diminutos, dando el aspecto de una roseta. Las plantas afectadas tienden a desarrollar un follaje verde oscuro. El crecimiento de las raíces se detiene mucho, quedando pequeñas y extendiéndose horizontalmente. La planta permanece verde hasta la época de cosecha. Las panojas son escasas y en su mayoría estériles. Los pocos granos que maduran pueden presentar manchas negras.

Control

Consiste principalmente en controlar su vector *Nephotettix cineticeps* y *N. apicalis* (saltones de las hojas).

Por factores abióticos

Bronceado

Las plantas de arroz necesitan hierro; sin embargo, la presencia de cantidades excesivas de hierro en el suelo puede causar el bronceado o toxicidad del hierro. Las medidas han demostrado que el contenido de hierro soluble de los arrozales aumenta hasta un máximo dentro de las dos o tres primeras semanas de la inundación y, a continuación disminuye.

Los síntomas se manifiestan durante la etapa de formación de renuevos de las plantas de arroz. En primer lugar, aparecen manchas pequeñas de color café en las hojas inferiores, que parten de las puntas y se extienden hacia la base de las hojas. Por lo común, el color de las hojas permanece verde. En los casos graves, las hojas enteras adquieren una tonalidad café violácea. Las plantas afectadas tienen también un sistema de raíces cortas, gruesas y de color café oscuro. El exceso de hierro puede inducir deficiencias de fósforo y potasio (Univ. De Filipinas,1987).

Control

Contra la enfermedad del bronceado son buenos procedimientos de lucha: el drenaje de los arrozales, el retroceso de la sumersión, y la aplicación de nitrato de Na (que retrasa el proceso de reducción del suelo); también son eficaces la sustitución de la urea, la aplicación de potasa y un abono orgánico bien descompuesto y finalmente, el empleo de una variedad resistente (Angladette,1969).

NEMATODOS

Punta blanca. *Aphelenchoides besseyi* Christie.

La enfermedad del arroz, que se conoce en los Estados Unidos como "Punta blanca", se observó en Japón desde 1904 y hacia el año de 1913. Sumida demostró que la producía un nematodo. Se dice que la enfermedad de la "punta blanca" era conocida desde hace más de medio siglo por los cosecheros de Louisiana y Arkansas y que se atribuía a deficiencias de los suelos o al carácter genético de la planta de arroz (Cristie,1982).

Cepeda (1996), menciona que los síntomas en el caso de *A. besseyi* se desarrolla como ectoparásito, necesitan temperaturas cálidas para su buen desarrollo, y ocasionan daños considerables en el verano.

Este género invade las yemas, los puntos de crecimiento y los botones florales, causa anormalidades en el desarrollo o provoca la muerte de estos órganos. También puede causar enrollamiento del follaje o lesiones y manchas del mismo.

Mientras que la Univ. De Filipinas (1987), menciona que el síntoma más evidente de esta enfermedad es la existencia de hojas con las puntas blancas, Las puntas blancas pueden tener una longitud de una o dos pulgadas. Asimismo, las puntas de las hojas en desarrollo pueden estar arrugadas o retorcidas. La hoja de bandera puede estar distorsionada cerca de las panojas. Los tejidos terminales de las panojas, se reducen y se producen granos pequeños y deformes. Debido a estos daños, las plantas infestadas sufren generalmente de atrofia.

Control

Univ. de Filipinas (1987). Menciona como medidas de control lo siguiente:

1. Tratamiento con agua caliente. Meter las semillas en agua caliente, a una temperatura de 55° C a 61° C, durante 15 min.
2. Tratamiento químico. Tratar las semillas con polvo de Parathión al 25% y polvo de Sixtox, a razón de dos onzas por bushel de semillas.

Cepeda (1996), menciona que para el control químico de *A. basseyi*, se recomienda aplicar Temik (aldicarb), a una dosis de 5 a 10 g/m² (10 G) y 3 a 7 g/m² (15 G), las aplicaciones realizadas son dos (ocho semanas después de la plantación). El control se produce por contacto, cuando el nematodo se encuentra en forma libre en el suelo.

Ufra

Ditylenchus angustus Filipjev.

La ufra es causada por el nematodo *Ditylenchus angustus*, Filipjev y se le ha identificado en la India, Bangladesh, Birmania, Tailandia, Malasia y Egipto. Esta enfermedad se conoce también como dak pora en Bangladesh, akhet-pet en Birmania y yad-ngo (patógeno enrollado) en Tailandia. En la India se considera una de las enfermedades importantes del arroz (Datta,1986).

Los síntomas de las plantas infestadas es que se atrofian severamente, con frecuencia sus hojas se marchitan y a veces, muestran zonas de color café cerca de los nudos. Cuando la inflorescencia se ve invadida, el cuello se hace negro y marchito y no se forman las panojas o se marchitan y contienen granos arrugados. A veces, las panojas se desarrollan parcialmente; pero se tuercen y deforman. Así, la cantidad producida de grano es pequeña. Las panojas en desarrollo pueden contener muchos nematodos que van desde la etapa de huevo hasta la edad adulta (Univ. de Filipinas,1987).

Control

Univ. de Filipinas (1987), menciona que en la estación húmeda, quemen los rastrojos infestados y aren el terreno. Dejen que los rastrojos infestados se sequen, durante la estación seca. Practicar la rotación de cultivos para romper el ciclo biológico de los nematodos. Eviten utilizar agua de riego procedente de arrozales severamente infestados.

Cepeda (1996), menciona que Nema-cur 400 CE, controla todas las especies de nematodos (incluyendo al género *Ditylenchus* spp.) que se alojan en el interior de raíces, tallos, bulbos o tubérculos (endoparásitos), y también a las especies que actúan en el exterior (ectoparásitos).

Pudrición de raíces

Radopholus oryzae

El nematodo de la raíz del arroz, *Radopholus oryzae*, se encontró originalmente en Java; Van Breda de Hann lo descubrió en 1902, denominándolo *Tylenchus oryzae*. Puede ser la misma especie un nematodo que se obtuvo en Japón en las raíces de arroz y que Isamura describió, en 1951, con el nombre de *Tylenchus apapillatus* (Christie, 1982).

En Indonesia, los nematodos se asocian con una enfermedad llamada "Mentek".

Los síntomas de la enfermedad aparecen cuando los nematodos entran y se alimentan en cualquier punto de las raíces. Las raíces infestadas muestran una pudrición seria. Cuando se ve afectado todo el sistema radicular, el crecimiento de las raíces cesa. Las raíces infestadas ya no pueden absorber nutrientes del suelo; así, las plantas sufren por deficiencia de nutrientes. Esto se manifiesta por el amarilleo de las hojas.

Los nematodos pueden vivir durante mucho tiempo en el suelo, entre las cosechas de arroz y durante los períodos de sequía, pueden permanecer en estado latente durante más de 8 meses en tierra seca y se activa con facilidad, en presencia de agua (Univ. de Filipinas,1987).

Control

1. Variedades de plantas resistentes. Algunas variedades de arroz son más resistentes al ataque de nematodos.
2. Fumigar el suelo infestado o tratar con nematicidas tales como D-D (1,3-dicloropropano) y DBCP (1,2-dibromo-3-cloropropano).

El Nemagón y la Fumazone son formulaciones comerciales del DBCP. Sus índices de aplicación son Nemagón (20% de ingrediente activo, en gránulos- 118 kg/ha y Fumazone-75% de concentrado emulsificable (E.C.)-3.4 gal/ha (Univ. de Filipinas,1987).

Nemátodos de las raíces

Existen otros nematodos que atacan el sistema radicular del arroz, pero son de menor importancia.

Uno de los nematodos de las raíces de distribución más amplio es *Hirschmanniella oryzae* (V. Breda de Hann). La infección inicial, por lo general se efectúa en el semillero. Las plantas se vuelven algo achaparradas, las hojas se amarillean y marchitan; las raíces se vuelven de color pardo, aplastan y pudren. La fertilización abundante con nitrógeno aumenta el número de nematodos. Se combate inyectando al terreno D-D, a razón de 5 a 5 g por cuadro 30X30 cm y reduciendo los abonamientos de nitrógeno.

Tylenchorhynchus martini Fielding, se le asocia con campos mal drenados o bajos. Ocasiona el achaparramiento de las plantas. Para su combate se recomienda la fumigación del suelo con bromuro de metilo un mes antes de plantar.

Meloidogyne es un género con muchas especies dañinas que se conocen con el nombre de nematodo de las agallas o nudos de las raíces. La hembra se queda dentro de la raíz, de manera que el terreno sólo se encuentran libres a las larvas (juveniles) y a los machos. En el semillero, las plantas atacadas quedan achaparradas, las hojas se vuelven amarillentas y se marchitan. En la punta de las raíces de las plantas atacadas se forma un gancho hinchado. Se ha logrado un buen control con tratamientos de 20 L/ha de Nemagón.

Heterodera oryzae Luc y Bredon. El nematodo del quiste del arroz, ataca de manera principal a los campos de arroz de secano, aunque también puede infestar a los campos anegados en sus primeras etapas de desarrollo. El crecimiento de las plantas se retrasa y las hojas se amarillean. Cuando el ataque es severo, se retrasa la salida de la panoja. Las raíces afectadas son de color pardo negro (Grist,1982).

PLAGAS

Los insectos reducen substancialmente los rendimientos de arroz en los trópicos. Por ejemplo, en 24 experimentos separados utilizando arroz de tierras bajas durante seis estaciones de cultivo en el IRRI, los lotes protegidos de insectos produjeron un rendimiento promedio de 5.3 t/ha mientras que los lotes no protegidos tuvieron un rendimiento promedio de 2.9 t/ha (Datta,1986).

Barrenadores del tallo

Los barrenadores del tallo son considerados como plagas importantes en la producción de arroz en los trópicos. Se les encuentra en todas las etapas de crecimiento y en todos los tipos de cultivo: de tierras bajas, de aguas profundas, flotante y de tierras altas. Causando grandes daños y producen dos tipos de síntomas:

Corazón muerto. Las larvas del barrenador del tallo perforan la vaina foliar y se alimentan de ella produciendo áreas decoloradas grandes, longitudinales y blanquecinas en los sitios de alimentación. El verticilo central de la hoja no se desenrolla, se vuelve de color pardusco y seca.

Cabeza blanca. Durante la etapa de crecimiento reproductivo, particularmente después del inicio de formación de las panojas, los órganos en crecimiento de la planta son atacados seriamente, causando la desecación de las panojas. Aparecen entonces cabezas blanquecinas vacías (panojas) en el campo, que se conocen como cabezas blancas.

A continuación se muestran las especies importantes por región de los barrenadores del tallo del arroz (Cuadro 10).

Cuadro 10. Especies importantes de barrenadores del tallo por regiones.

Especie	Nombre común
Región asiática	
<i>Tryporyza incertulas</i> (Walker)	Barrenador amarillo del arroz
<i>Chilo suppressalis</i> (Walker)	Barrenador rayado del arroz
<i>Tryporyza innotata</i> (Walker)	Barrenador blanco del arroz
<i>Sesamia inferens</i> (Walker)	Barrenador rosa
Región africana	
<i>Maliarpha separatella</i> Rag.	Barrenador blanco africano
<i>Chilo zaccontus</i> Blesz.	Barrenador rayado africano
<i>Sesamia calamistis</i> (Hampson)	Barrenador rosa africano
Región latinoamericana	
<i>Rupella albinella</i> Cramer	Barrenador blanco sudamericano
<i>Diatraea saccharalis</i> (Fabricius)	B. pequeño de la caña de azúcar

Control

Cultural.

Univ. de Filipinas (1987), como control menciona las siguientes actividades:

- Quemar la paja seca del cultivo anterior después de la cosecha
- Si se dispone de agua, inunden los arrozales infestados después de la cosecha, al menos durante 5 días.
- Eliminar los pastos y plantas de arroz que hayan crecido en los diques de semillas derramadas durante la cosecha anterior
- Recoger a mano y destruir tantas masas de huevos como encuentren en el terreno.
- No plantar variedades propensas a ser atacadas por los barrenadores del tallo.

Biológico

Datta (1986), menciona que los enemigos naturales destruyen un gran número de huevecillos, en especial la avispa pequeña, *Trichogramma* sp.

Grist (1982), menciona que también se sabe que los nemátodos y los hongos atacan a los barrenadores del tallo. En Japón se están haciendo investigaciones con el llamado virus iridiscente del *Chilo* (CIV) que afecta a sus larvas.

DEAQ (1996), recomienda utilizar XENTARI GRD (*Bacillus thuringiensis*) como un insecticida biológico, a una dosis de 0.5 a 1 kg/ha.

Químico

DEAQ (1996), recomienda la aplicación de productos a base de carbofuran, utilizado para controlar barrenadores del tallo, con dosis 20-30 kg/ha, hacer la primera aplicación 25-30 días después de la germinación.

Otros insecticidas recomendados a base de paratión metílico a dosis de 0.75 L/ha.

Chapulines de las hojas y de la planta

Muchas especies de chapulines de las hojas y de la planta causan graves daños a los cultivos de arroz. Cuando aparecen en grandes números ocasionan la desecación completa del cultivo, conocida como quema del chapulín. Inclusive unos cuantos chapulines por planta pueden disminuir el rendimiento del grano.

Los chapulines también son vectores de enfermedades vírales. Entre las especies de chapulines más importantes tenemos a los siguientes: Chapulín café (*Nilaparvata lugens* Stal), chapulín verde de la hoja (*Nephotettix virescens* Distant), chapulín verde del arroz (*N. cincticeps* Uhler), Chapulín verde de la hoja (*N. nigropictus* Stal), Chapulín verde zig-zag (*Recilia dorsalis* Motschulsky), pequeño chapulín café (*Laodelphax striatellus* Fallen), chapulín del arroz (*Sogatodes orizicola* Muir), delfácido del arroz (*Ribautodelphax albifascia* Matsumura), delfácido (*Unkanodes sapporonus* Matsumura).

Los daños en general, de los chapulines de la hoja es que se alimentan de las hojas y partes superiores de la planta de arroz, mientras que los chapulines de la planta se encuentran en la región basal de la misma. Ambos grupos dañan las plantas al succionar su savia y taponear los tejidos del xilema y floema. La infestación por pequeñas poblaciones durante las primeras etapas de crecimiento de la planta puede disminuir el número de vástagos, el tamaño de la planta y el vigor general. Después del inicio de formación de las panojas, una población pequeña de estos insectos puede hacer que se forme un alto porcentaje de espiguillas vacías (Datta, 1986).

Control

Cultural

Univ. de Filipinas (1987), menciona para el control de chapulines:

- Atrapar insectos adultos por medio de trampas de luz
- Realizar el saneamiento del terreno. Retirar las plantas infectadas con virus y malas hierbas que son huéspedes alternativos.

Químico

Las medidas de control químico incluyen el tratamiento con Folidol M40 o malatión emulsificable concentrado al 50%, en cantidades de 1 a 1.5 l/ha o en polvo. Las plantas jóvenes se deben espolvorear con Folidol M2 o malatión en polvo al 4%, empleando de 8 a 10 kg/ha (Grist,1982).

Mosca enana de la agalla del arroz

La mosca enana de la agalla del arroz, *Orseolia oryzae* (Wood-Mason), también es una plaga importante del arroz en el sur y sudeste de Asia. Se le ha encontrado en la India, Paquistán, Bangladesh, Birmania, Nepal, Sri Lanka, Indonesia, Tailandia, Laos, Kampuchea, Viet Nam, Sur de China y Africa.

La mosca enana adulta de la agalla tiene casi el tamaño de un mosquito. Ataca primero a las plántulas y continúa haciéndolo hasta la etapa de bota, pero la mayor parte del daño se limita a las etapas del crecimiento vegetativo.

Este insecto hace que los vástagos del arroz se desarrollen agallas tubulares, las cuales se secan sin que formen panojas. Nuevos vástagos se desarrollan conforme los primeros son infectados. Como resultado, la infestación en una etapa temprana por la mosca enana de la agalla induce una formación de vástagos profusa. Sin embargo, los nuevos vástagos son atacados finalmente por este insecto, reduciendo por lo tanto su vigor y causando atrofia de las plantas de arroz (Datta,1986).

Control

Cultural

Debido a que la mosca requiere una alta humedad, los cultivos "de tierras bajas" están más propensos a la infestación que los de "tierras altas", esto puede ser una medida de control (Univ. de Filipinas,1987).

Biológico

Datta (1986), cita que para el control de esta plaga se puede utilizar a los parásitos *Polygnotus* sp y *Neonastatus* sp. con un parasitismo en los huevecillos del 76%.

Químico

Se dice que se ha logrado un buen control con trampas luminosas así como con malatión en combinación con Cupravit (50% de oxiclورو de cobre).

Palomilla de los verticilos del arroz

La palomilla de los verticilos, *Hydrellia* sp., muestra una amplia distribución en las Filipinas. Los gusanos se alimentan de los verticilos cerrados de la hoja al permanecer al centro del verticilo y digerir el borde más interno de la misma.

Los síntomas se manifiestan como pequeñas áreas masticadas decoloradas en el margen más interior del verticilo central. La infestación aguda por la palomilla atrofia a la planta y disminuye el número de vástagos de una mata dada. La infestación y los daños están limitados a las etapas vegetativas del cultivo (Datta,1986).

Control

El único control reportado es el químico el cual consiste en utilizar insecticidas foliares. Una semana después del trasplante, rociar el cultivo con Folidol M50 (0.04% tóxico), mezclado con 300 a 500 galones de agua, o Sevin W.P (0.09% tóxico) mezclado con 300 a 500 galones de agua, a intervalos de 2 semanas (Univ. de Filipinas,1987).

Plegador de la hoja del arroz

Datta (1986) menciona que el plegador de la hoja del arroz, *Cnaphalocrosis medinalis* Guen., se presenta con mayor frecuencia en los trópicos asiáticos, si bien se sabe que aparece en todos los países de Asia donde se cultiva el arroz. La larva totalmente desarrollada es de color verde amarillento y su cabeza es de color café oscuro.

El daño causado por esta plaga es que plega la lámina de las hojas en una forma tubular y se alimenta del tejido verde de la hoja dentro de las estructuras tubulares.

Univ. de Filipinas (1982), menciona que las hojas atacadas se secan, dándoles a los arrozales muy infestados una apariencia calcinada.

Control

Biológico

Univ. de Filipinas (1987), menciona que se controla por medio de parásitos naturales.

Químico

Univ. de Filipinas (1987), menciona que se realiza con aspersiones de insecticidas para combatir otros insectos, es decir que al controlar otras plagas, se controla al plegador.

Chinche del arroz

Datta (1986), cita a la chinche del arroz como un ejemplo importante del grupo de insectos que succionan el grano. Las especies del grupo que tienen una mayor importancia económica son:

- *Leptocorisa acuta* (Thunb.), muy común en la India, Sarawak-Malasia y Nueva Guinea.
- *L. Oratorius* Fabricius, común en el Lejano Este, Sri Lanka, China, la India, Indonesia (Java) y Australia.
- *L. Chinensis* Dallas, común en Asia.

Grist (1982), menciona que las larvas emergen en alrededor de una semana y después de chupar la savia de la hoja durante unos días, suben a las panojas y se alimentan de los granos en madurez lechosa. Las chinches comen todo el día, pero son especial activas en la mañana y por la tarde. Si se les molesta los adultos vuelan, a distancias cortas y de nuevo se establecen en panojas en desarrollo.

Control

Cultural

La mejor precaución es mantener los bordos y las zanjas cercanas a los campos tan limpios como sea posible entre los periodos de cultivo, a fin de privarla de los pastos nativos que son sus huéspedes alternos cuando no hay arroz en crecimiento.

Se recomienda mucho hacer una plantación uniforme a fin de evitar prolongar la estación de crecimiento, pero esto es muy difícil de poner en práctica (Grist,1982).

Químico

Se encontró que el carbaril, por lo general era ligeramente más efectivo que otros insecticidas para impedir el crecimiento de grandes poblaciones de esta plaga (Grist,1982).

Gusano soldado y gusanos cortadores

Datta (1986), menciona que el gusano soldado, *Spodoptera frugiperda* B., y el gusano cortador, *Spodoptera litura* (F.), aunque aparecen esporádicamente, pueden causar pérdidas económicas en los cultivos de arroz.

Las palomillas adultas son de color cenizo y sus alas anteriores moteadas presentan puntos irregulares blancos o ligeramente grises cerca del extremo de la punta. Los adultos emigran de las áreas de pastos o de los cultivos de tierras altas a los campos arroceros y ahí ovipositan. Las larvas pueden devastar plantas de arroz completas.

Grist (1982), por su parte menciona que las larvas de los gusanos cortadores Nuctuideos y los gusanos soldados cortan los tallos justo debajo de la panoja o al nivel del suelo, aunque algunos de ellos también comen hojas. Por lo general, los ataques de los gusanos soldados son tan repentinos e inesperados, que el cultivador puede no darse cuenta del peligro antes de que su siembra se haya destruido por completo. Cuando esto sucede en el semillero, implica la necesidad de volver a sembrar una variedad de arroz de más breve duración para compensar el retraso.

Control

Cultural

Cortar el rastrojo tan bajo como sea posible y quemarlo

Biológico

El DEAQ (1996), recomienda tanto para gusano soldado como gusanos cortadores, al insecticida XENTARI GRD, insecticida biológico a base de *Bacillus thuringiensis*, a dosis de 0.5-1.0 kg/ha.

Químico

Grist (1982), recomienda para su control aspersiones de malatión al 0.05% y a razón de 550 l/ha así como de Sevin, todos al 0.05%.

El DEAQ (1996), recomienda utilizar al paratión metílico, con dosis de 0.75 l/ha., así como el clorpirifos (Vartex, Nocker 480) a una dosis de 0.75 a 1.25 l/ha.

Como todas las especies de gusanos que se presentan en masas, las aspersiones tempranas resultan esenciales, ya que el retraso aun de unos cuantos días permite que se desarrolle la forma siguiente, con un gran incremento en la cantidad de alimento consumido.

Gorgojo de agua del arroz

El gorgojo de agua del arroz, *Lissorhoptus oryzophilus* (Kuschel), es el insecto que causa más daño en el arroz en los Estados Unidos donde se desarrolla en todas regiones donde se cultiva esta planta. El adulto es grisáceo y semiacuático. Vuela, pero también puede nadar justo debajo de la superficie del agua.

Los adultos se alimentan de las hojas de plantas de arroz jóvenes, produciendo en ellas rayas longitudinales en la superficie de la hoja. En algunos campos de arroz tardío en Texas, los gorgojos de agua son tan numerosos y se alimentan tanto que ocasionalmente algunas plantas mueren como resultado de la trituración de sus hojas (Datta, 1986).

Control

Cultural

Grist (1982), indica como medida de control de los gorgojos del agua es práctica común drenar los campos y dejar que se sequen, pero su valor es dudoso. El tratamiento de las semillas tampoco resulta satisfactorio.

Químico

DEAQ (1996), recomienda al carbofuran (Furadan 5G., Furadan 350 L.) con una dosis de aplicación de 1-2 l/ha y de granulado 20-30 kg/ha.

Chinche apestosa del arroz

En los Estados Unidos, prácticamente todos los campos arroceros de Arkansas, Louisiana y Texas son infestados por la chinche apestosa del arroz, *Oobalus pugnax*. La chinche apestosa adulta es un insecto de color paja con forma de escudo de casi 12.5 mm de longitud.

El adulto y las ninfas de este insecto se alimentan de los granos de arroz conforme van desarrollándose las panojas. Cuando se alimentan de granos en la etapa lechosa temprana, el resultado es una gluma vacía o granos arrugados.

Como resultado de los daños que causa dicho insecto, pueden desarrollarse hongos, los cuales producen manchas negras en los granos; dichos granos se conocen comúnmente como "arroz picado". Los daños pueden hacer que disminuya el rendimiento o la calidad de las espigas de arroz (Datta, 1986).

Control

Físico

Los inviernos fríos pueden causar una mortandad considerable del insecto y limitar la incidencia de la plaga (Grist, 1982).

Químico

Se combate con aspersiones de malatión, usando 1 kg/ha de ingrediente activo.

COSECHA

La época de la cosecha depende de las variedades y de las condiciones ambientales del momento.

Determinación del momento de cosecha.

Los índices para determinar el momento de la cosecha son la simple vista y la determinación del porcentaje de humedad del grano.

A simple vista, el arroz está listo para la cosecha cuando el campo toma un color dorado y las espigas cuelgan de la planta por el peso de los granos.

La determinación del porcentaje de humedad es un índice más confiable. Existen diferentes instrumentos portátiles para determinar el porcentaje de humedad. Como los granos de la misma panoja difieren en edad, su humedad será distinta. Por ejemplo, los granos de la base de la panoja son más jóvenes y tendrán más humedad que los de la punta de la espiga, que son más viejos. Por lo tanto, el porcentaje será el promedio entre las dos humedades.

La recolección se realiza cuando los granos tienen un porcentaje promedio de humedad entre 13 y 25 %. El promedio más preciso se determina de acuerdo con el destino que se quiera del grano:

Para la industria. Se cosecha el arroz cuando alcanza una humedad de 20%. En estas condiciones, el arroz soporta mejor la trilla, el descascarillado y el blanqueo.

Para la semilla. Se cosecha cuando el arroz alcanza el 15% de humedad. Se considera que, en este momento, el arroz ha alcanzado su plena madurez fisiológica y de ella se obtiene un alto porcentaje de germinación. La desventaja es que, como el arroz está más seco, es más susceptible al desgrane (SEP,1987).

Aplicación de desecantes.

Al momento de la cosecha se puede acelerar usando desecantes, para que el grano alcance el porcentaje de humedad deseado con mayor rapidez.

Como desecante se puede utilizar el Reglone, y se añade un aspersante no iónico como el Agral-90. Por ejemplo, se aplica 1 litro de Reglone y 0.1 litro de Agral-90 diluido en 100 litros de agua por hectárea. Para arrozales muy enyerbados, se aumenta la dosis según condiciones. Por ejemplo, se aumenta la aplicación hasta 6 litros de Reglone y 0.6 litros de Agral-90 diluidos en 600 litros de agua por hectárea, para asegurar una mejor desecación de la vegetación.

- Para la industrialización. Se aplica el producto cuando el grano tiene una humedad del 25% y se cosecha tres días después de la aplicación, o sea, cuando la semilla tenga un 20% de humedad.
- Para semilla. Se aplica el desecante cuando el grano tiene aproximadamente 18% de humedad y se cosecha de tres a cinco días después, cuando alcanza una humedad de 15%.
- Si la producción se va a destinar a la molturación, no debe emplearse desecante (SEP,1987).

Por su parte, Rojas (1995) menciona que el Reglone (diquat) pertenece al grupo de los piridílicos, y es usado como herbicida acuático aplicado de 1 a 2 kg/ha en 300 lt de agua a la superficie del agua para malezas flotantes. Se usa también como desecante en forma análoga al paraquat.

Métodos de cosecha.

La cosecha de arroz puede hacerse fundamentalmente con base en dos métodos:

- 1) Cosecha manual
- 2) Cosecha mecanizada

La cosecha manual incluye las siguientes operaciones:

Siega. Cuando se hace a mano se utilizan guadaños u hoces.

Desecación. Se juntan y atan los tallos en gavillas de 5 kg de peso. Estas se colocan en hacinas de 6 a 40 gavillas. Luego, las gavillas se acomodan de tal manera que la paja sirva de techo a las panojas, para protegerlas de la lluvia.

Desecación en caballetes con la espiga hacia abajo.

Trilla. Es la separación de los granos de la espiga.

Limpieza. Se realiza con la ayuda del viento, pasando el arroz por un cedazo.

En esta etapa se separan los granos quebrados de los enteros.

En la cosecha con maquinaria, se puede utilizar una trilladora o una cosechadora combinada de granos que realice la siega, la trilla y la limpieza del grano al mismo tiempo. La cosecha del arroz no difiere en principio de la cosecha de otros granos. En tierras lodosas, las cosechadoras se equipan con orugas en lugar de ruedas para facilitar la tracción (SEP, 1987).

BIBLIOGRAFIA

Agrios, N.G. 1996. Fitopatología. 2ª Edición. Ed. Limusa. México. Pp. 273-745.

Angladette, A. 1962. El arroz. 1ª Edición. Ed. Blume. España. Pp. 10-71

Brown, F. B. Upland rice in Latin América, Int. Rice comm. News lett, 18, 1968, págs. 1-5

Bacterial Leaf Blight Symptoms on Rice. Bacterial Leaf Blight (bacterium-*Xanthomonas campestris* pv *oryzae*: This disease was identified for the first..

Cepeda, S. M. 1996. Nematología Agrícola. 1ª Edición. Ed. Trillas. México. Pp. 83-158.

Christie, J. R. 1982. Nematodos de los vegetales, su ecología y control, 3ª Edición. Ed. Limusa. México. Pp. 166 y 209.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Present and future roles of international centers in rice improvement in Latin América and the caribbean, 1973, 12 págs.

CONACYT. 1982. Arroz de temporal. 1ª Edición. Editor, Martín Casillas. México. Pp. 2-39.

Datta, K. S. 1986. Producción de arroz, fundamentos y prácticas. 1ª Edición Ed. Limusa. México. Pp. 29-568.

Delgado, L. L. Agricultura técnica en México, el almacenamiento del arroz palay. Año 32 Vol 12 Num. 1, Ener-Jun 1986,. México. Pp.3-23.

Grant, M. S. y Rafael P. 1977. El impacto de las variedades de arroz con altos rendimientos en América Latina con énfasis en Colombia. CIAT. Colombia. Pp. 14-40.

Grist, H. D. 1982. Arroz. 1ª Edición. Ed. Continental. México. Pp. 29-490.

INEGI. 1998. Sector alimentario en México. Edición 1998. INEGI. México. P. 24.

IRRI. 1972. Rice Breeding. IRRI Symposium. Los Banos, Philippines.

**Mela, M. P. 1970. Cultivos de regadío. 1ª Edición. Ed. Agrocienza. España.
Pp. 1-87.**

**Meryl, N. C. 1991. Mejoramiento de plantas en ambientes poco favorables.
1ª Edición. Ed. Noriega Limusa. México. Pp. 483, 484.**

Nelson, A. 1952, Botánica agrícola. 1ª Edición. Ed. Salvat. España. P. 363.

**Online since 1985. Cosave. Tabla4: Plagas de importancia económica y
estado de desarrollo de tecnologías para el control biológico (TCB)
en el estudio...**

**Rojas, G. M. y Roberto V. G. 1995. Manual de herbicidas y fitoreguladores.
3ª Edición. Ed. Limusa. México. P. 73.**

**Rosenstein, S. E. 1996. Diccionario de especialidades agroquímicas.
6ª Edición. Ed. PLM. México. Pp. 189-847.**

Ruiz, de V. C. 1941. El cultivo del arroz. 1ª Edición. Editor Bartolome Trucco. México. Pp. 13-18.

Sanchez, P. A. 1971. Fertilización y manejo del nitrógeno en el cultivo del arroz tropical. Trabajo presentado en la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Coloquio de suelos; el uso del nitrógeno en el trópico. Palmira, Colombia.

SEP. 1987. Arroz. 5ª Edición. Ed. Trillas. México. Pp. 17-62.

Sheath Blight Symptoms on Rice. Sheath Blight (fungus- *Rhizoctonia solani*): Sheath blight is perhaps the most important disease of rice in Texas. Initial.

Stansel, J. W. 1967. Rice grain yields and stages of plant growth as influenced by weather conditions. Texas Agr. Exp. Station progress Rep. P. R., 2462.

Stem Rot Symptoms on Rice.- Stem Rot (fungus- *Sclerotium orizae*): Stem rot becomes most noticeable in rice fields during the latter stages of maturity..

Tocagni, H. 1980. El arroz, 1ª Edición. Ed. Albatros. Argentina. Pp. 12-15.

Topolanski, E. 1975. El arroz su cultivo y producción. 1ª Edición. Ed. Emisferio sur. Argentina. Pp. 4-164.

Universidad de Filipinas. 1987. Cultivo del arroz, manual de producción. 2ª Edición. Ed. Limusa. México. Pp. 75-203.