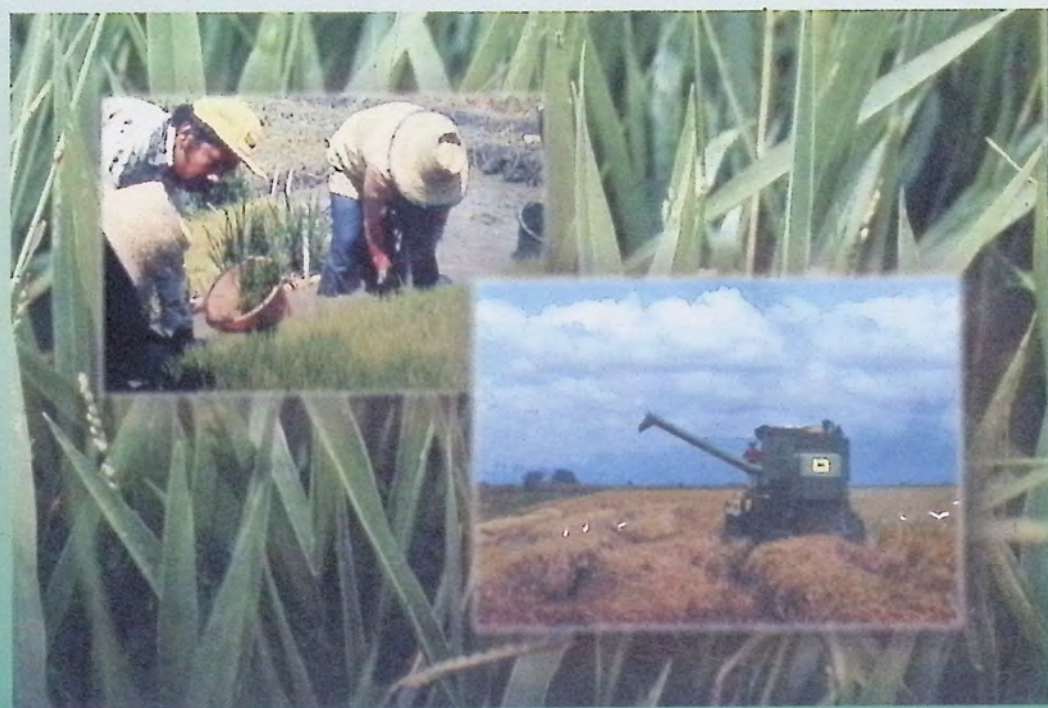


ALFONSO MENDOZA ZEQUEIRA

FITOTECNIA DEL ARROZ

LA NUEVA TECNOLOGÍA
DEL CULTIVO



ALFONSO MENDOZA ZEQUEIRA

FITOTECNIA DEL ARROZ

LA NUEVA TECNOLOGÍA DEL CULTIVO



ALFONSO MENDOZA ZEQUEIRA

Alfonso Mendoza Zequeira
Fitotecnia del arroz

© Alfonso Mendoza Zequeira
© Fondo Editorial Universidad del Magdalena

Santa Marta, Colombia

ISBN: 958-97023-8-4

FITOTECNIA
DEL ARROZ

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA

Carlos Eduardo Caicedo Omar
Rector

LA NUEVA TECNOLOGIA DE

José Manuel Pacheco Ricaurte
Vicerrector Académico

Denise Rangel Lozano
Vicerrectora Administrativa y Financiera

Anselmo Rafael Marín Perea
Decano Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales

Favio Silva Vallejo
Director Fondo Editorial

Miembro de la Asociación Colombiana
de Editoriales Universitarias

Queda totalmente prohibida la reproducción total o en parte de esta
obra sin el previo consentimiento de su autor.

Diseño Carátula
Luis Fernando Escobar Restrepo

Preprensa e impresión
Gente Nueva Editorial
Bogotá, D.C



PRIMERA EDICIÓN
Noviembre de 2002

*Dios dijo:
Que produzca la tierra toda clase de plantas hierbas
que produzcan semillas y árboles
que den frutos.*

Tercer día de la creación

CONTENIDO

Introducción	41
NOTA DE AGRADECIMIENTO	
1. Introducción	45
2. Biología	45
Morfolo	45
La raíz	45
El tallo	45
La hoja	45
La flor y el fruto	45
Anatomía de la Planta	45
Descripción de la estructura de la planta	45
Descripción de la estructura de la planta	45
Descripción de la estructura de la planta	45
Estructura de la planta	45
Estructura de la planta	45
Fibras	45
Descripción de la estructura de la planta	45
Descripción de la estructura de la planta	45
Nutrición	45
Estrato principal de la planta	45
Aspectos básicos de la planta	45
Medicamento	45
Biotecnología	45
Ingeniería Genética	45
Clonaje de Células	45
Isoperantes	45
Procesos electrolíticos de la planta	45
Factores que afectan la planta	45
Agentes Patógenos	45

El autor quiere reconocer el apoyo que para llevar a cabo esta obra puso la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Magdalena, por ello agradezco a toda la directiva de la Facultad y de la Universidad.

El autor

CONTENIDO

Introducción	11
1. Fitotecnia	
Biología	13
Morfología	15
La raíz	15
El tallo	16
La hoja	16
La flor y el fruto	17
Anatomía de la Planta	18
Descripción de las estructuras de las raíces	18
Descripción de la estructuras del entrenudo	19
Descripción de los tejidos de la hoja	21
Estructura de la vaina de la hoja	21
Estructura de la lámina de la hoja	22
Fibras	22
Descripción de las estructuras del eje principal de la panícula	23
Descripción de las estructuras de la semilla	23
Nutrición	24
Extracto promedio de nutrientes por el arroz	25
Aspectos básicos de la nutrición vegetal	25
Mejoramiento	33
Biotecnología	36
Ingeniería Genética	36
Clonaje de Células	36
Temperatura	39
Procesos efectuados por la temperatura	40
Factores que afectan la temperatura	41

2. Entorno

El Agua	43
Manejo del Agua	44
Temperatura del agua	45
Control de la provisión de agua	45
Consideraciones para el manejo del agua en el cultivo del arroz	45
Suelos	46
Viento	48
Humedad relativa	48
Los arrozales calientan el planeta	48
Adecuación	49
Características para adecuar un cultivo de arroz	50

3. Protección

Malezas	53
Descripción de los principales insectos plagas en arroz	55
Insectos plagas en el arroz	56
Primera Etapa: De la siembra al estado de plántula	56
Segunda etapa: Del estado de plántula al inicio de la floración	58
Enfermedades del arroz	62

4. Productividad

Cosecha	71
Observaciones sobre la etapa previa	71
Recolección	74
Secado del arroz	78
Semilla	78
Clases de semillas	80
Método de siembra	81
Manejo	81
Pérdida de peso del grano de arroz por causa del secado	86
Almacenamiento	88

Bibliografía	90
---------------------------	----

INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta las diferencias nutricionales en que se encuentra la población mundial y a que el arroz ha ayudado a satisfacer las demandas alimentarias incrementando la productividad y cultivando nuevas tierras, hoy desafortunadamente no sobra la tierra para sembrar, debido al aumento creciente de la población; además la que está disponible puede reducirse por la presión de la urbanización y el desarrollo tecnológico. De ahí la necesidad de modificar la estructura de la planta para buscar una variedad de arroz que produzca más en la misma tierra de hoy.

El nuevo pensamiento sería entonces, impulsar nuevas tecnologías del cultivo a través del desarrollo fitotécnico de cultivares nuevos más productivos, que encierren.

1. FITOTECNIA

BIOLOGÍA

Hace 130 millones de años, un «pasto» silvestre se dispersó por el supercontinente (Gondwanalandia) que más tarde, fracturado, daría lugar a cinco continentes actuales: Asia, África, Las Américas, Australia, y la Antártica.

Hace 10.000 años, los hombres primitivos plantaron este pasto silvestre y se convirtieron en agricultores. Fue domesticado por primera vez en algún sitio entre las faldas del Himalaya y la región del Vietnam y China Meridional. Seleccionado por los cultivadores de *Oriza sativa* en Asia, y más tarde a otras de *O. Glaberrima*, la especie domesticada en África.

Durante siglos y siglos de cultivo, la evolución del arroz asiático ha dado tres formas geográficas distintas:

Índica, cultivada en las regiones tropicales y subtropicales húmedas de Asia.

Japónica, llegaron al delta del Nilo en el año 1000 entraron a España y luego se dispersaron por Francia e Italia.

Los conquistadores españoles y portugueses llevaron el arroz a América Central y América del Sur. En 1646 se cultivó por primera vez en América del Norte en una granja de Virginia. En 1914 un colono japonés establecido en el valle del río Murray, fue el primer cultivador de arroz de Australia.

El arroz es una de las plantas alimenticias cultivadas más antigua. En la China, la iniciación de las siembras de arroz, 3000 años a.C., era ceremonia tan importante que estaba reservada al emperador.

La especie *Oriza sativa*, es originaria del sudeste asiático principalmente de la India y del sur del península Indochina donde se encuentran formas salvajes y especímenes del *Oriza fatua*, que es antepasado directo del *O. Sativa*.

La Fitotecnia del arroz, como la de todos los cultivos, procura conseguir los medios y formas que permitan asegurar una producción adecuada a las exigencias ambientales. No sólo se trata de obtener mayores rendimientos, sino también de adaptar el producto a las exigencias del consumo, ya que éstas varían según los diferentes mercados.

La fitotecnia apoya sus estudios en la orientación genética, a su vez los genetistas deben tener en cuenta algunos temas como la citología del arroz, de regadío entre otros.

Los cromosomas que han estudiado los técnicos especializados en fitología muestran cierta variabilidad interesante, que debe tomarse muy en cuenta cuando se procede a efectuar cruzamientos entre distintos tipo del género *Oriza*.

Hace ya muchos años fueron descritos los cromosomas haploides de *Oriza sativa*, entonces se estableció que eran 12 ($2n = 24$).

Más tarde se estableció que el número básico de cromosomas indican la existencia de 12 cromosomas. En tal sentido, determinaron que en las plantas haploides esa cantidad está representada por tres cromosomas bivalentes y dos trivalentes.

También resultaron interesantes las conclusiones según las cuales el grupo Japónica se caracteriza por dos nucléolos y el grupo indica por cuatro nucléolos en células somáticas.

En cruzamientos efectuados entre *Oriza sativa* y *Oriza officinalis*, *O. Glaberrima* y *O. longistalinata*, las progenies presentan muchos casos de esterilidad. Dichas especies que se emplearon para los cruzamientos con *Oriza sativa* poseen dos genes o sea 24 cromosomas.

Muchos otros cruzamientos con *Oriza* $2n = 48$ han dado resultados pobres. Algunos han producido semillas que germinaban, pero sus descendientes o progenies han resultado estériles. Creemos que el genetista siempre debe tener presente esa característica que no sólo es común en los

cruzamientos entre las distintas especies de Oriza, sino que también se presenta frecuentemente en la subespecie de Oriza japónica y Oriza índica.

Se estima que los casos de esterilidad varían entre el 10 y el 90%. Por todo lo anterior, las variedades de la especie Oriza sativa han sido divididas en tres grupos de acuerdo a la esterilidad de sus cruces entre sí, su lugar de origen y el área donde son cultivadas, ellas son: índica, japónica, javánica.

MORFOLOGÍA

El arroz es una gramínea de tallos redondos y huecos compuestos de nudos y entrenudos, hojas de lámina plana, unidas al tallo por la vaina y su inflorescencia es en panícula. El tamaño de la planta varía de 0.4 m. hasta 7.0 m.

Las variaciones de arroz sin dormancia en la semilla germinan inmediatamente después de la maduración. En variedades es necesario un periodo natural de reposo o lactancia, que puede romperse artificialmente por descascarado mecánico o por efecto del calor regulado; de la planta de arroz se han clasificado en dos grupos.

- a. Órganos vegetativos, o sea las raíces, los tallos y las hojas.
- b. Órganos reproductores, es decir las flores y las semillas.

LA RAÍZ

El sistema de raíces de arroz lo forman una raíz primaria que nace del germen y vive todo el tiempo en la planta, y numerosas raíces adventicias que arrancan de distintos puntos de la principal, respondiendo el conjunto al tipo de raíces fasciculadas.

Cuando se cultiva el arroz con riesgo por inundación, la brotación de la raíz embrionario depende de la cantidad de Oxígeno existente en el suelo. Si el ambiente es muy asfixiante se retarda su nacimiento hasta después de desarrollarse la plúmula.

El riego con agua corriente aporta cantidades de aire disuelto, que favorecen la germinación de la raíz principal. Con dos o tres hojas, la planta de arroz inicia la emisión de raíces adventicias, que continúan hasta la flora-

ción. El desarrollo de estambres absorbentes o raíces finas, se intensifica en los momentos en que deja en seco el campo arrozal.

Las raíces de arroz presentan la respiración profunda, proceso que está ligado a la respiración de las partes aéreas, las cuales envían a las raíces compuestos y enzimas oxidantes.

En el estudio de toda planta tiene primordial interés si sus raíces son de nutrición superficial, la cual repercute en la clase de tierras que necesite labranza apropiada y eficiencia del abonado fosfopotásico.

El arroz tiene raíces de nutrición superficial, esto significa que responde al abonado fosfopotásico porque, incorporado al suelo, a la profundidad de la labor queda en contacto directo con las raíces; lo que no sucede a veces con las plantas de absorción profunda: cebada, algodónero y árboles en general. Toda vez que los abonos fosfopotásicos son retenidos por el poder absorbente del suelo y permanecen en el espesor de la labor de incorporado sin que penetren hasta la profundidad de los estambres absorbentes, aunque llueva o se riegue, perdiéndose en muchos casos el efecto nutritivo de estos abonos, no se incorporan mediante una labor profunda.

EL TALLO

Es recto, hueco cilíndrico, con nudos fuertes y macizos, el cual está dotado en la zona vertical de cavidades aeríferas; son de climas desde 0.80 metros para las variedades cicas, hasta 1.50 metros para las derivadas de la originaria China. El número de tallos de una sola planta varía entre 25 y 50.

LA HOJA

Las hojas del arroz son lineales planas y envainadoras, tienen color verde o presentan colocaciones variadas (rojo vinoso, rosa, verde claro y amarillo). Las hojas son ásperas al tacto por el haz y por el envés, carácter que puede servir durante las escardas para distinguir el arroz de las plantas y espontáneas del género panicum, que constituyen sus mayores plagas y son casi idénticas al arroz hasta que fructifican.

Las hojas del arroz están dotadas de lígula larga y estípulas vellosas. También presentan en sus tejidos zonas ocríferas.

LA FLOR Y EL FRUTO

La inflorescencia es una panoja de espiguillas unifloras, constituidas por ramificaciones del tallo, en números variables de 10 a 15.

Cada flor se compone de dos glumas pequeñas, que a veces existen, y dos glumillas del tamaño grano adheridas al mismo, una de las cuales puede ser barbada.

Las flores son hermafroditas, con seis estambres y un ovario de estigma bifido, la fecundación auto gama; una vez verificada se abren las glumillas por unas horas, volviéndose a cerrar, pero dejan fuera de ellas las anteras de los estambres.

El fruto es una cariápside con la glumillas adheridas, cuando el suelo y el agua están calientes, la germinación se acelera y el crecimiento de la planta es notablemente más rápido. Esto apareja una competencia entre las plantas que estén próximas.

La temperatura tiene una influencia sobre la germinación de la semilla del arroz y el desarrollo del germen. Este es uno de los aspectos que limitan las áreas apropiadas para el cultivo del arroz.

Por otra parte, los genetistas están tratando de crear nuevas variedades que permitan el cultivo de las plantas de arroz en latitudes normalmente desfavorables, ya sea excesivamente tropicales o templadas.

El conocimiento del efecto que tiene la temperatura sobre el cultivo de arroz ha interesado a muchos investigadores. Como éste es un aspecto sobre el cual conviene estar informado, merece capítulo aparte.

Una temperatura entre 25° y 35 °C parece favorable para la germinación de las semillas, la germinación disminuyó mucho, a 40 °C, mientras que con una baja temperatura de 200 y 15 °C, resultó afectada la proposición, pero no la germinación. Parece probable que las semillas hayan resultado dañadas debido a un debilitamiento metabólico que se produjo a temperaturas altas; por otra parte, la temperatura atrasó el tiempo en que debía tener lugar la germinación pero no ocasionó daños a la semilla.

Los resultados obtenidos indican que la posible amplitud de la temperatura en la región favorable, tiende a ser mayor para la germinación de las

semillas, que para la emergencia y el desarrollo del germen. La germinación de las semillas y el desarrollo del germen son procesos distintos; la primera está ligada íntimamente a la respiración y la segunda al desarrollo de las células. La diferencia entre ambos puede deberse a que tienen distintos requerimientos términos.

ANATOMÍA DE LA PLANTA

DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE LAS RAÍCES

La estructura de las raíces es similar a la de las plantas acuáticas, aun cuando difiere de ellas por poseer pelos absorbentes en abundancia. Consta de seis diferentes estructuras, a saber:

Epidermis

Es la capa más exterior de la corteza, formada por una o más capas de células. Esta diferencia como tejido protectorio y sus células contienen corcho en las paredes.

Esclerénquima

Se encuentra debajo de la exodermis, protege a la raíz después de la desaparición de las dos capas antes mencionadas. Está formada por capas de células con paredes gruesas que son un aislamiento al paso de agua hacia dentro y fuera de la raíz.

Parénquima cortical

Compuesto por célula con protoplasma vivo nucleado, concerniente con las actividades metabólicas de la planta; sus células varían en tamaño, forma y espesor de las paredes. Los tejidos de parénquima tienen espacios intercelulares grandes. La parte central del tejido cortical es la que ocupa el mayor volumen, se compone de varias capas con agua en las raíces jóvenes, siendo una unidad compacta; pero como crece la planta se separa en espacios aéreos, que forman cámara de aire típicas en las plantas que se desarrollan en suelos inundados y tienen una función importante en la respiración de las raíces, usándose el término "parénquima".

Cilindro vascular

Son tejidos vasculares que asocian el tallo a las raíces y comprenden las siguientes partes:

- Endodermis: Células alargadas de paredes gruesas en las raíces desarrolladas.
- Periciclo o Parénquima Medular: es la parte de los tejidos de la raíz que forman la estela localizada entre el endodermis.
- Floema: Es el principal tejido conductor de alimentos dentro de las plantas vasculares, básicamente está compuesto por elementos dentro de las plantas vasculares, criba, células de parénquima, fibras y esceroides.
- Xilema: Es el tejido principal conductor de agua, se caracteriza por sus elementos en forma de tráquea.
- Médula: También llamada vaso leñoso central es un crecimiento celular en el centro, la médula generalmente se desarrolla cuando aún no se ha formado el xilema en el centro.
- Cofia: Masa de células en forma de dedal, que cubre el meristema apical de la raíz, sirve de capa protectora del meristemo y ayuda a la penetración de la raíz en el suelo.

DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURAS DEL ENTRENUDO

Epidermis

Capa de células con paredes gruesas, sus funciones son restricción a la transpiración, protección, mecánica, intercambio gaseoso a través de los estomas y almacenamiento de agua y productos del metabolismo, comprende:

- Células guardas, en los estomas son dos células que al cambiar en turgencia abren o cierran la apertura del estoma.
- Ticonas, crecimientos hacia fuera de la epidermis, variables en tamaños.
- Células cortas que son vivas, se dividen en: Células Sílice las cuales han perdido su protoplasto al madurar y subsecuentemente se

llenar de Sílice, y células de corcho, sube rizan sus paredes siendo impermeables al agua.

- Células largas, onduladas con paredes delgadas epidermales.

Esclerénquima

Es un complejo de células de paredes delgadas, generalmente limificadas las cuales dan resistencia a la planta; tiene varias capas cuyo función es darle fortaleza contra el doblez, el peso y la presión; estas células de esclerénquima están interconectadas formando bandas delgadas hacia la penícula.

Parénquima

Son células vivas, con paredes delgadas en forma de poliedro y tienen que ver con las actividades metabólicas.

Espacios intercelulares lisígenos

Son espacios dentro del parénquima, células de tejidos resultantes de la disolución de otras células cuando maduran. Los tejidos lisígenos de los nudos más bajos, conectan los entrenudos adyacentes proveyendo pasos de aire de la parte del tallo que crece fuera de la tierra hacia las raíces; estos tejidos son llamados parénquima.

Haces vasculares

Están envueltos por una vaina u hoja de células de esclerénquima. Existen cuatro tipos de haces vasculares y son:

- Floema: El cual a su vez comprende elementos o vasos cribados, son células longitudinales para la conducción de materiales alimenticios; células de parénquima para almacenamiento y translocación de sustancias alimenticias; células de esclerénquima, fibras de esclerénquima para soporte y en algunas oportunidades puede almacenar alimentos.
- Xilema: Son elementos en forma de tráquea para la conducción de agua.
- Fibras para soporte y almacenamiento de alimentos; células parénquima para almacenamiento y translocación de sustancias energéticas.

- Fibras: células de esclerénquima alargadas, ahusadas con pared delgada y una pared secundaria con o sin lignina para soporte.

Médula

Es el tejido central, la médula se convierte en una porción hueca cuando el entrenudo madura.

Meristemo intercalar

Tejido derivado del meristemo apical que continua sus funciones meristemáticas a alguna distancia del meristemo principal, está localizada en las axilas.

DESCRIPCIÓN DE LOS TEJIDOS DE LA HOJA

Deben diferenciarse en ellas dos partes: la vaina y la lámina. La vaina se caracteriza por la presencia de lagunas aeríferas en el mesófilo, que se hacen más importantes con la altura, los haces vasculares están dispuestos en dos círculos concéntricos, uno de haces grandes que alteran con los primeros hacia el interior.

ESTRUCTURA DE LA VAINA DE LA HOJA

Epidermis

Se diferencia de la epidermis de la lámina de la hoja, principalmente en la ausencia de células de agua y ofrece protección mecánica. Las células exteriores contienen celulosa en la cutícula.

Células epidermales

Formada por dos tipos de células:

Células largas

Células Cortas, que comprenden células de Sílice, tricomas y células guardas, encerrando los estomas.

Fibras

Manojo de células en forma de U, o en forma de barra adyacente a los haces vasculares cerca de la epidermis axial de la vaina en bandas irregulares.

Parénquima

El exterior consta de 3 o 4 capas de células conteniendo cloroplastos e interconectadas con los haces vasculares. El interno formado por células de parénquima son cloroplastos y con grandes espacios intercelulares, lagunas aeríferas; gránulos de almidón son encontrados frecuentemente en estas células.

Haces vasculares

Floema, xilema, parénquima del floema.

Vaina de haces, capas de células encerrando un grupo de vasos; puede consistir en parénquima o esclerénquima.

ESTRUCTURA DE LA LÁMINA DE LA HOJA

Epidermis

Protege los tejidos de la hoja de la pérdida excesiva de agua y también ofrece protección mecánica, gracias a la cutícula de células con celulosa. Está formada por células largas, células cortas formadas por células de Sílice y de corcho; por los tricomas que son pelos y papilas, y por las células guardas de los estomas; células motoras, son células epidermales agrandadas que ocurren en surcos longitudinales de células similares, cuya función es el enrollamiento y desarrollamiento de la lámina foliar.

Mesófilo

Son tejidos de parénquima fotosintetizantes de la lámina de la hoja, localizados entre dos capas epidermales, con algunas aeríferas. En el mesófilo no hay diferenciación de células de parénquima dentro de palizadas y esponja. Sin embargo los surcos de células debajo de las capas epidermales tienen un arreglo más regular que es el resto del mesófilo.

FIBRAS

Manojo de células en forma de U, o en forma de barra adyacente a los haces vasculares; en la lámina foliar están en posición abxial y adxial, son bandas irregulares en la epidermis de la lámina.

Haces vasculares

Floema, xilema, parénquima del floema. La vaina de haces vasculares son capas de células que envuelven un grupo vascular y puede consistir de parénquima o esclerénquima y células suberizadas.

La nervadura central

Es una hilera doble de haces vasculares, una hacia el haz y otra hacia el envés de la hoja entre los dos parénquimas contiene lagunas aeríferas.

DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DEL EJE PRINCIPAL DE LA PANÍCULA

El eje principal conecta el tallo con la base de la panícula. Soporta las estructuras reproductivas de la planta y tiene actividad fotosintética. Su prolongación en ella se conoce como raquis, el cual posee nudos y ramas primarias y secundarias. Consta de las siguientes partes:

Epidermis: Semejante a nudos y tallos

Hipodermis. Capas de células de parénquima debajo de la epidermis, corresponde a la exodermis de las raíces. La capa exterior, con clorofila y la interior sin clorofila.

Haces vasculares exteriores: Separan los parénquimas y haces internos.

Canal Medular

DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE LA SEMILLA

El fruto del arroz es una caiopside en la cual la semilla se encuentra adherida a la pared del ovario maduro o pericarpio. El grano maduro incluye además glumas. Se une al raquis por el pedicelo.

Glumas

Cubierta exterior del grano, con varias estructuras asociadas.

- Lemma, palea, arista, no siempre presente.
- Lemmas estériles situadas a cada lado del fruto sobre la base de grano o raquilla.

- Raquilla: unión del pedicelo y la semilla.
- Caripside: compuesto por varias capas exteriores y endospermo.
- Pericarpio: posee consistencia fibrosa, variable en espesor; está dirigido hacia adentro por el mesocarpio y la capa de células entrecruzadas.
- El tegumento y la aleurona se encuentran a continuación y constituyen la cubierta interior de la semilla la cual está compuesta por el embrión y en endospermo.

NUTRICIÓN

Hablando de la fertilización de arroz, es necesario tener en cuenta ante todo que la eficacia de abundantes y bien equilibradas dosis de abonos, depende de la coexistencia favorable de diversos factores más numerosos aún en otros cereales. Esto se debe particularmente a que la sumersión del suelo pone en juego numerosos factores nuevos de mucha importancia en la producción.

Una correcta nivelación del suelo que permite un mejor manejo del agua; la época de la sumersión del arrozal, el nivel más o menos alto a que se mantiene el agua que es bastante variada según su origen, pero modificable con tratamientos especiales; el desarrollo de las malezas, la limpia efectuada con mayor o menor oportunidad, el 'contagio' más o menos prolongado y otras condiciones y prácticas culturales, son los factores que tienen gran influencia sobre el éxito final del arrozal.

Un mal manejo del agua, por ejemplo, puede anular los efectos de una buena preparación de suelo y reducir considerablemente los efectos de una fórmula técnica de fertilización. Los diversos y numerosos factores hacen más difícil establecer las cantidades, proporciones, la calidad y modalidades de distribución de los diversos elementos fertilizantes necesarios para tener los más altos y económicos resultados; pueden presentarse dos casos.

1. En suelos en rotación ya cultivados con sorgo, maíz, etc., o con pastos, en los que independientemente de los residuos de los fertilizantes, en especial de los fosfatados, que pueden quedar en el suelo, se podrá disfrutar de abundantes elementos que se han acumulado en una pradera durante tres o cuatro años, y si consideramos la naturaleza de los

- suelos de textura mediana o ligera en los cuales los fenómenos de descomposición e incorporación son rápidos, es evidente que dichos residuos han de contribuir una reserva inicial muy importante de elementos nitrogenados ya mineralizados, es decir de fácil y rápida absorción.
2. Para el crecimiento y la buena nutrición, el arroz necesita disponer de una cantidad adecuada y oportuna de nutrientes suministrados por el suelo o por una fertilización apropiada. Para una producción de 5 toneladas por hectárea, la producción promedio colombiana del arroz de riego y de secado mecanizado; el cultivo extrae del suelo Nitrógeno (N), Potasio(K), Fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), y Azufre (S).

También conviene tener en cuenta que debido a las pérdidas de nutrientes que normalmente ocurren en todos los suelos, estos deben tener cantidades asimilables de nutrientes muy superiores a la que el cultivo extrae. En el caso del arroz, debido a la gran cantidad de agua que utiliza este cultivo, las pérdidas de nutrientes que se aluden en este párrafo, son más altas que en los suelos dedicados a otros cultivos.

Nótese también que en la paja del arroz regresa al suelo una buena porción de los nutrientes que la planta extrae sobre todo el Potasio, Calcio y Magnesio.

EXTRACTO PROMEDIO DE NUTRIENTES POR EL ARROZ

Nutriente	5.000 Kg. de Grano	8.600 Kg. de Paja	Total
N	111	33	34
P	26	9	35
K	20	90	110
Ca	2	11	13
Mg	0.5	11	11.5

ASPECTOS BÁSICOS DE LA NUTRICIÓN VEGETAL

Las plantas utilizan los elementos nutritivos a través de sus raíces, mediante un proceso denominado absorción. Los nutrientes son absorbidos en

estado elemental en forma de sales disueltas en el agua que se encuentran ocupando los espacios porosos del suelo y que se denominan la solución del suelo.

En los suelos agrícolas, los nutrientes existen en cantidades relativamente grandes formando parte de sus constituyentes minerales y orgánicos, pero allí su estado es sólido, complejo y no aprovechable para las plantas. Solo una pequeña parte de estos elementos logra transformarse en formas solubles y hábiles para ser utilizadas durante el ciclo vegetativo de los cultivos y para ello, es necesario que ocurra en el suelo fenómenos complicados de naturaleza física, química y bioquímica.

La nutrición de la planta ocurre a partir de la solución del suelo que contiene los elementos nutritivos disueltos o sea en forma iónica, mediante la interacción o contacto de las superficies radicales con estos iones. La cantidad de elementos en solución es muy pequeña y se agotaría rápidamente, de no ser porque el suelo dispone de un mecanismo que le permite almacenar nutrientes en forma disponible llamada la fracción cambiante, desde donde se reabastece con iones nutritivos a la solución del suelo, permitiendo así un suministro sostenido de alimento a la planta durante su ciclo de vida. Este mecanismo hace factible también el almacenamiento de aquellos nutrientes que son aplicados como fertilizantes y constituye uno de los fenómenos que permite la continuidad de la vida vegetal.

Qué hacen los nutrientes de las plantas?

Los cultivos requieren de todo el rango de nutrientes para crecer bien. La deficiencia de un solo mineral nutriente, así sea uno o dos gramos por hectárea, puede significar la diferencia entre una muy buena cosecha y la pérdida total de la misma.

Elementos primarios

- **Nitrógeno:** Esencial para el verdor y crecimiento rápido, estimula el desarrollo de la raíz, tallo, hoja, semillas o fruto, esencial para el desarrollo de proteínas y para la formación de materia orgánica en el suelo y humus.
- **Fósforo:** Necesario para la formación de raíces y el crecimiento, floración y crecimiento del botón, polinización y madurez, estimula la floración en general, la formación de semillas y la utilización del Nitrógeno.

- Potasio: Esencial para la producción de azúcares, almidones y proteínas, influye en el desarrollo celular, formación de la raíz, resistencia a las enfermedades, vigor general de la planta en la calidad final del fruto o de la semilla.

Elementos secundarios

- Azufre: Estimula el crecimiento de la raíz, el color verde oscuro de las hojas, el vigor de la planta, la rigidez del tallo y la producción de granos, regula la asimilación del Potasio, Magnesio y Boro, neutraliza la acidez tanto en el suelo como en la planta.
- Magnesio: Elemento esencial en la clorofila, se requiere para la formación de azúcares y aceites; regula la asimilación de otros nutrientes como un portador para el Fósforo.

Etapas de desarrollo y cómo se determina el rendimiento

El rendimiento de un cultivo de arroz está determinado por el número de panículas por unidad de área, por el número de espiguillas por panícula, por el tamaño de la cáscara y el peso de los carbohidratos (proteínas, grasa, etc.), almacenados en el grano.

El número de panículas por unidad de área lo determina el número de hijos formados durante la etapa de macollamiento, el número de espiguillas por panícula y el tamaño de la cáscara (glumas) se establecen durante la etapa de desarrollo de la panícula.

La mayor cantidad de materia seca se produce después de la floración y el proceso es controlado por la fotosíntesis y la respiración durante el llenado de los granos; el contenido del grano determina su peso.

El número de panículas por unidad de área, el número de espiguillas llenas por panículas y el peso del grano, están correlacionados con la cantidad de nutrimentos absorbidos por la planta durante su etapa de desarrollo.

Las plantas con numerosas hojas en capacidad de intervenir en la fotosíntesis y con un óptimo suministro de nutrimentos en cada etapa de crecimiento, producen gran cantidad de carbohidratos durante las fases reproductivas y de maduración, lo que a su vez, da como resultado un gran número de granos llenos por panícula.

Función de los macronutrientes

La mayor o menor cantidad de granos es el resultado de la relación entre la fotosíntesis y la respiración; y estas son actividades que están influidas directa o indirectamente por el contenido de nutrimentos. Por ejemplo, el Nitrógeno es un componente de las proteínas las que a su vez son constituyentes del protoplasma, cloroplasto y enzimas. El Fósforo como fosfato inorgánico es un compuesto rico en energía y como una coenzima está directamente involucrado en la fotosíntesis. El Potasio al actuar en la apertura y cierre de los estomas, tiene que ver en el control de la difusión del CO_2 en los tejidos verdes, que es el primer paso de la fotosíntesis, el Potasio también es esencial en la actividad de las enzimas. El Calcio hace parte de las paredes de las células y es necesario para la división celular. El Magnesio es un componente de la clorofila. El Azufre es parte de las proteínas y se requiere para síntesis de las vitaminas.

Las funciones del Selenio en el crecimiento del arroz no son muy claras y aunque los resultados de varios estudios difieren, parece que un incremento en la absorción de este elemento por parte de las plantas, las protege de las infecciones de hongos y el ataque de insectos, mantiene erectas las hojas, disminuye tanto la pérdida por transpiración como absorción de Hierro, y el Magnesio incrementa el poder oxidante de las raíces.

Síntomas de deficiencia

Los síntomas visibles aparecen en la planta cuando hay deficiencia aguda o toxicidad de algún nutrimento, o por interferencia de otras sustancias como ácidos orgánicos, CO_2 y H_2O .

La movilidad de los nutrimentos en la planta y la posición de la hoja en la cual aparecen los síntomas de deficiencia están relacionados; cuando se trata de un movimiento de poca movilidad, como el Calcio y el Hierro, por ejemplo, los síntomas normalmente aparecen en las hojas superiores. Por el contrario, cuando el elemento es móvil, los síntomas aparecen en las hojas inferiores debido a que el nutrimento ha sido translocado a las hojas superiores o al punto de crecimiento.

El Nitrógeno, el Fósforo, el Potasio y el Azufre son ejemplos de nutrimentos móviles. La clorosis, en el caso de deficiencia, es diferente según el elemento que esté por debajo del nivel crítico; las deficiencias de Potasio o Magnesio causan clorosis intervenal, mientras que la de Nitrógeno o Azufre produce clorosis total.

Las plantas con deficiencias de Fósforo son también raquílicas y con escaso macollamiento. Las hojas son angostas, cortas, erectas y con un color verde-grisoso opaco. Las hojas jóvenes son sanas y las inferiores se toman de color marrón y mueren. Si la variedad tiene tendencia a producir pigmentos antocianos las hojas pueden desarrollar un color púrpura o rojizo.

La deficiencia de Potasio reduce el macollamiento y las plantas pueden sufrir de raquitismo moderado. A medida que las plantas crecen las hojas inferiores toman un color verde amarillento entre las venas y se inclinan. Con el tiempo las hojas inferiores se toman de color marrón y la coloración amarillenta pasa a las hojas superiores.

La deficiencia de Azufre es similar a la de Nitrógeno y diferenciarlas visualmente es casi imposible. La deficiencia de Calcio afecta muy poco a la apariencia general de la planta excepto cuando es aguda, en cuyo caso el punto de crecimiento de las hojas superiores se torna blanco, enrollado y encrespado; la planta es raquílica y los puntos de crecimiento mueren. La deficiencia de Magnesio, cuando es moderada, afecta levemente la altura y el macollamiento. Las hojas son onduladas y se doblan debido a la expansión del ángulo entre la lámina foliar y la vaina. La clorosis intervenal ocurre en las hojas inferiores y se caracteriza por un color anaranjado.

Absorción y distribución de los macronutrientes

El proceso de absorción de nutrimento a través de las diferentes etapas de crecimiento es una función de las propiedades del suelo, cantidad de fertilizantes aplicados, la variedad de arroz y el sistema de cultivo; se ha observado también que la capacidad de absorción de nutrimento por las raíces de las plantas de arroz, se adapta fácilmente a condiciones de crecimiento poco favorable, como lo han demostrado expertos.

El Nitrógeno es absorbido rápidamente durante las primeras etapas de desarrollo hasta el final del periodo vegetativo, decae ligeramente durante el estado máximo de macollamiento y diferenciación y vuelve a ser absorbido con rapidez hasta la etapa de grano pastoso.

La absorción de Fósforo es lenta hasta cuando se inicia el primordio floral, posteriormente es un poco después de la floración, cuando las necesidades de Fósforo de la planta están satisfechas.

El Potasio es absorbido según el crecimiento de la planta hasta el final de la etapa lechosa del grano, luego decae alcanzando su contenido en la planta al final del grano lechoso. La planta ya no requiere más Potasio.

Absorción y distribución de calcio, magnesio y azufre.

El Calcio es absorbido de acuerdo con el crecimiento de la planta y de manera continua hasta la etapa pastosa. Al igual que en el caso de los elementos mayores la absorción aumenta paralelamente al incremento de la materia seca.

Contenido de nutrientes

El contenido de nutrimento en la planta de arroz durante su crecimiento es afectado por la edad de la planta, el clima, las propiedades del suelo, dosis y clases de fertilizantes aplicados, la variedad y el sistema de cultivo.

Al final el ciclo biológico, los contenidos de Nitrógeno y Fósforo son generalmente más altos en la panícula que en la paja (hoja + tallos), mientras que los contenidos de Potasio, Calcio, Magnesio y Sílice son más altos en la paja; el de Azufre es más o menos igual en ambas partes.

Elemento	Expresión	Nivel crítico	Nivel tóxico
K	Meq/ 100 g de suelo	< 0.2	> 3
Ca	Meq/ 100 g de suelo	<4	>40
Mg	Meq/ 100 g de suelo	<1	>20
P	pprn	<10	>100
Cu	Ppm	<1	>20
Fe	Pprn	<10	-
Zn	Ppm	<3	>40
Mn	Ppm	<5	>125
S	Ppm	<12	>100
B	Ppm	<0.2	>10
Relación			
Ca/Mg	Meq/Meq	<1.0	>7
Ma/K	Meq/Meq	<1.0	>70

En este cuadro se da una aproximación de niveles críticos de nutrimento en el suelo para arroz, lo deseable es que estos niveles críticos se obtengan o se ajusten a las condiciones locales. Para fines de diagnóstico, el análisis del suelo produce buenos resultados.

Disponibilidad de nutrimentos

Según varios autores, la solución del suelo, la concentración de elementos tales como Fósforo, Hierro, Magnesio y Sílice, aumenta después de la inundación, la mayor disponibilidad de estos elementos beneficia generalmente el arroz, pero en algunos casos el aumento excesivo de Hierro o Manganeso puede causar toxicidad.

La inundación aumenta la concentración de Fósforo y Sílice en la solución del suelo, favoreciendo su absorción por la planta.

Manejo de los fertilizantes

A continuación se harán recomendaciones sobre la aplicación de cada elemento.

Nitrógeno: La Úrea es la principal fuente de Nitrógeno para el cultivo del arroz. Los problemas del uso de la Úrea incluyen su higroscopicidad, su rápida descomposición por encima de la Úrea amonio y Dióxido de Carbono, y el incremento temporal que produce en el pH del suelo, las pérdidas de Nitrógeno de la Úrea oscilan entre 40 y 80%.

Otra forma de incorporar Nitrógeno al suelo es la de adicionar materia orgánica.

El objetivo principal de un buen manejo del fertilizante nitrogenado es proporcionarle el Nitrógeno a la planta cuando ella lo necesite, durante el macollamiento y al inicio de la formación de la panícula.

La época de aplicación depende de la variedad y de la fuente de Nitrógeno utilizada, teniendo en cuenta su forma de aplicación ayudan a disminuir las pérdidas de Nitrógeno por volatización. Los fertilizantes nitrogenados aplicados antes de la siembra, se deben incorporar durante la preparación del suelo y éste se debe conservar húmedo.

Fósforo: Las fuentes más comunes de Fósforo son: el superfosfato simple, el fosfato diamónico, las rocas fosfóricas. En general el Fósforo en for-

ma de superfosfato de aplica al momento de la siembra, aunque se pueden hacer aplicaciones posteriores hasta el final de la etapa de máximo macollamiento, unos 50 días antes de la siembra para que la planta la vaya asimilando efectivamente para la producción de grano.

Dividir la cantidad recomendada de Fósforo en dos o más aplicaciones no han ofrecido ventajas contra la aplicación única inicial, debido a que la solubilidad de este elemento en el suelo aumenta con el tiempo de inundación y a que sus pérdidas por lixiviación son bajas. Aparentemente cualquier tipo de fosfato puede aplicarse a los suelos inundados en banda o al voleo, al momento de sembrar.

Potasio: La respuesta del arroz, el Potasio ha sido siempre menos frecuente que las respuestas al N y al P y a veces errática.

No obstante, a este elemento se le atribuye la resistencia al volcamiento, la baja susceptibilidad a algunas enfermedades y el incremento de la eficiencia del N y P que se añaden al suelo. Muchos autores consideran que es necesario aplicar Potasio al arroz cuando:

1. Se hacen altas aplicaciones de Nitrógeno.
2. Se siembra en suelos compactados de mal drenaje.
3. Hay condiciones sismáticas y fitosanitarias desfavorables.
4. Se siembra en suelos livianos lixiviados pobres en Potasio.
5. Hay en el suelo exceso de Calcio, Magnesio o sodio con respecto al Potasio.

Mundialmente se considera que en promedio, se incrementó la producción de 2 Kg. de arroz por cada Kg. de K aplicado. La fuente más utilizada de Potasio es el KCL que contiene generalmente un 60% en Azufre siempre y cuando resulte más económico que usar otro fertilizante que contenga Azufre. Si los suelos son pesados y/o la recomendación es menor a 40 Kg. K_2O /ha: incorporar superficialmente el 50% a la siembra, o un poco antes y aplicar el otro 50% al iniciar el macollamiento.

Si los suelos tienen buena infiltración y/o baja CIC y la dosis es mayor de 40 kg K_2O /ha: repetir un 40% a la siembra, un 30% al inicio del macollamiento y el 30% restante unos 15 a 20 días antes de iniciar el embuchamiento.

MEJORAMIENTO

Mejoramiento Genético

El éxito del fitomejoramiento depende de tres factores principales:

1. Una definición clara de objetivos específicos
2. Recursos genéticos satisfactorios de las características deseables
3. Pruebas adecuadas para identificar las plantas superiores

Mejoramiento Masal

Durante décadas, los fitomejoradores de arroz, han usado el mejoramiento masal convencional en áreas tropicales y templadas.

El procedimiento masal no ha producido avances importantes en la productividad del arroz tropical por cuanto los científicos generalmente no han estado conscientes de dos principios básicos del mejoramiento del arroz.

1. La influencia de la morfología de la planta en la habilidad de rendimiento y la necesidad de reemplazar los fenotipos predominantes altos y frondosos por tipos más productivos.
2. El efecto perjudicial de la competencia en las poblaciones segregantes y la pérdida consecuente de segregantes valiosos.

Mejoramiento por Retrocruzamiento

Los fitomejoradores de arroz no han usado en gran medida el método de retrocruzamiento, por medio del cual se transfiere un carácter de una variedad mejorada usándola repetidamente como progenitor recurrente. La principal desventaja del retrocruzamiento es que ninguna variedad es tan cercana a la ideal que únicamente sea necesario mejorar una sola característica.

Mejoramiento genealógico o por pedigrí.

El método de pedigrí ha sido el más común y exitosamente usado en el mejoramiento del arroz, aunque todavía tiene ciertas desventajas. Este método requiere mucho tiempo para evaluar periódicamente las líneas durante la estación de cultivo y mantener los registros en los cuales se basa la selección en el momento de la madurez y, puesto que cada planta selec-

cionada se maneja independientemente, el material a evaluar crece rápidamente e incrementa la carga de trabajo de manera notoria.

Empleo de mutaciones en mejoramiento

La tendencia actual es proponer la inducción de mutaciones como fuentes de variabilidad de una característica, especialmente entre los investigadores que desconocen la existencia de la diversidad natural. Una revisión de la literatura sobre el mejoramiento genético por mutación en arroz muestra que el mayor volumen de trabajo se ha hecho para incluir caracteres comunes y naturalmente abundante como tallos cortos, precocidad, tamaño del grano, resistencia al desgrane o alto macollamiento. No hay razón alguna para inducir mutaciones como fuentes adicionales de caracteres a costa de las prácticas convencionales de mejoramiento, cuando la mayoría de las fuentes naturales no han sido todavía explotadas.

En el CIAT las mutaciones inducidas con irradiación con rayos gama, se han utilizado en dos proyectos de mejoramiento en los cuales se requería mantener las condiciones de adaptación y en otro buenas características del material.

1. Inducir enanismo en variedades criollas, con buena adaptación a suelos ácidos y resistencia a paricularia, a fin de obtener tipo corto con mayor facilidad de combinar en los cruces.
2. Obtención de mejor calidad de grano de la variedad chilena oro, tipo japónica y conservar su buena tolerancia al frío.

Mejoramiento genético a la resistencia a plagas

El desafío de incorporar resistencia estable a los principales insectos en las variedades tropicales modernas, supera cualquier contribución anterior del mejoramiento del arroz.

Resistencia estable

El principal objetivo de todos los programas de mejoramiento para resistencia, es identificar y utilizar efectivamente la resistencia estable a las principales plagas. Una fuente amplia de resistencia estable a las plagas debería mantener un nivel satisfactorio de resistencia, a largo plazo contra las diversas razas y biotipos en muchas regiones. Las plantas hospedantes generalmente poseen uno de los dos tipos de resistencia a las enfermedades:

- Resistencia vertical o específica, que consiste en restringir la colonización, crecimiento y dispersión del parásito antes de la infección.
- Resistencia horizontal o no específica, que consiste en restringir la colonización, crecimiento y dispersión del parásito antes de la infección.

Tolerancia a condiciones edáficas y climáticas desfavorables.

La tolerancia genética de las variedades de arroz a las diversas condiciones edáficas adversas varía enormemente.

Numerosas variedades de arroz con alguna tolerancia a la salinidad, alcalinidad, toxicidad de Fe, acidez fuerte, deficiencias de Zn y P y suelos orgánicos, han evolucionado o se han seleccionado durante siglos. Sin embargo, la mayoría rinde muy poco y carece de resistencia a las principales enfermedades y plagas.

Mejoramiento genético por resistencia de enfermedades

Los principales factores biológicos limitantes para la producción del arroz de riego incluyen la piricularia, causada por *Pyricularia oryzae*, el virus de la hoja blanca y el *Togatoner oryzicola*. La decoloración del grano causada por un sistema de patógeno afecta el valor del mercado del cultivo y es particularmente severa en los suelos ácidos e infértiles. El escalado de la hoja causado por *Rhynchosporium oryzae*, afecta al arroz tanto en cultivos de riego como en los de secados. Además del daño foliar, *R. oryzae* se ha identificado como uno de los patógenos que causan la decoloración del grano. En la vaina causada por *Thanatephorus cucumeris*.

Hoja blanca: Desde 1981 se informó de un aumento en la incidencia del virus de la hoja blanca en varios países, inclusive en Colombia.

La resistencia al vector, anteriormente considerada como una medida razonable de prevención contra el virus, ha fracasado en proporcionar protección durante estos tiempos. Por consiguiente, el programa de arroz está buscando afanosamente combinar la resistencia tanto al vector como al virus.

Desde 1981 se han venido haciendo cruces y se han obtenido 64 líneas genéticas avanzadas con una madurez de duración intermedia que se han probado en ensayos de rendimiento en Villavicencio, Colombia.

BIOTECNOLOGÍA

La Biotecnología es una ciencia aplicada que utiliza el conocimiento básico sobre el interior de las células, para manipular su genética y fisiología y crear productos basados en células cultivadas y microorganismos en escala comercial.

La aplicación agrícola de la Biotecnología se centra en el mejoramiento de los cultivos, mediante la modificación genética de las plantas a nivel celular y subcelular y comprende dos áreas relacionadas, clonaje de células e Ingeniería Genética.

INGENIERÍA GENÉTICA

Es la capacidad de aislar, purificar y caracterizar segmentos específicos de DNA que abre las posibilidades de modificación genética dirigidas de las plantas, proceso que se ha llamado Ingeniería Genética.

La Ingeniería Genética de las plantas comprende básicamente las siguientes técnicas:

- Creación de genotecas
- Construcción de sondas de DNA
- Detección y aislamiento de genes
- Transferencia de genes

CLONAJE DE CÉLULAS

El clonaje de células y tejidos consiste en el aislamiento de diversas partes de una comunidad biológica, trátase de células, tejidos u órganos y su cultivo en un medio nutritivo artificial aséptico. La base fundamental para la utilización de estas técnicas es el principio de la totipotencia celular, que permite la regeneración de plantas completas a partir de esas células, tejidos u órganos aislados. Existen varias formas de regeneración de plantas a partir del cultivo de células o tejidos In Vitro.

1. Regeneración directa que puede ocurrir como una continuación del crecimiento y desarrollo de estructuras organizadas separadas de la planta. Ejemplo; Meristemas apicales o auxiliares del tallo.
2. Organogénesis o formación de órganos y estructuras diferenciadas, a partir de células o grupos de células (callos), donde no existía diferenciación alguna.
3. Embiogénesis, que es la diferenciación de embriones y se inicia en células individuales que pasan por todos los estados de desarrollo observables en embrión sexual, la variedad de plantas, la clase de tejido a cultivar y la composición del medio de cultivo. Este último normalmente contiene los nutrientes inorgánicos mayores (Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio) y menores (Hierro, Cobre, Molibdeno, Boro, Sodio) una fuente de energía (sacarosa), algunas vitaminas (tiamina, ácido nicotínico), compuestos orgánicos complejos (casina hidrolizada) y varias fitohormonas, citoquímicas y giberilinas.

BIOTECNOLOGÍA

COLLAJE CELULAR
(CELULAR)

RÉGIMEN
INVITRO

GERMOPLASMA
(BANCO)

INGENIERÍA
GENÉTICA
(SUBCELULAR)

TÉCNICO
GENO
DNA (Sondeo)
GENES
TRANSFERENCIA
ARQUITECTURA

ECONÓMICO
COMUNIDAD
BIOLÓGICA
ORGANISMOS
SISTEMAS DE ÓRGANOS
ÓRGANOS
TEJIDOS

CÉLULA
EXT.CELULAR
GRUPO
MOLECULAR
MOLECULAR
ATÓMICO
SUBATÓMICO

TAXONOMÍA

REINO	Vegetal
TIPO	Fanerogamas
SUBTIPO	Angiospermas
CLASE	Monocotiledones
SUBCLASE	Apetalas
FAMILIA	Gramines
TRIBU	Oriza
GÉNERO	Oriza
ESPECIE	Sativa

FISIOLOGÍA

- A. Fase vegetativa: Va desde la germinación de la semilla hasta el comienzo de la floración de la panoja. Duración 25-35 días.
- B. Fase reproductiva: Desde el comienzo de la formación de la panoja hasta la floración. Duración 35 días
- C. Fase de maduración: Desde la floración hasta la maduración completa. Duración 25 a 35 días.

Arroz	Adaptación m.s.n.m.	Densidad Kgs/ha	Presencia Arista Granos	Periodo Vegetativo en días	Macollamiento	Altura Planta	Resistencia al desgrane	Rendimiento Ton.Ha.
CICA-4	0-1000	150	NO	120-140	Bueno	90 cms	Poca	5-6
CICA-6	0-1200	150	SI y NO	125-137	Bueno	90 cms	Muy Buena	5-6
CICA-7	0-1200	150	SI y NO	123-130	Bueno	95 cms	Regular	5-6
CICA-8	0-1200	150	SI yNO	125-145	Muy bueno	105 cms	Buena	6-7
CICA-9	0-1200	120	NO	123-135	Muy bueno	100 cms	Regular	6-7
IR-8	0-1200	120	SI y NO	125-135	Muy bueno	85 cms	Buena	6-7
IR-22	0-700	150	NO	115-135	Mediano	85 cms	Buena	5-6

ACCIÓN DIRECTA

Latitud geográfica
 Altura sobre el nivel del mar
 Precipitación
 Topografía
 Estructura suelo
 Composición suelo

ACCIÓN

INDIRECTA

Radiación solar
 Fotoperiodo
 Temperatura
 Humedad del suelo
 Aireación
 Composición
 Mineral suelo

PROCESO

Fotosíntesis
 Crecimiento
 Desarrollo
 Balance Interno
 Respiración
 Nutrición

TEMPERATURA

La temperatura es uno de los factores ecológicos más conocidos por los destacados efectos que ejerce sobre los organismos vivos.

Es un factor fácilmente medible, su influencia es casi universal y frecuentemente limitante para el crecimiento y distribución de las plantas de arroz.

Las reacciones bioquímicas que ocurren en las plantas y de las cuales depende la producción, están afectadas como cualquier otra reacción por la temperatura, afecta los procesos de fotosíntesis, respiración, transpiración, absorción de agua y nutrientes, actividad de las enzimas, coagulación de proteínas etc. Dada la importancia de procesos que afectan la temperatura en las plantas, debemos tener en cuenta que cada especie vegetal tiene su temperatura óptima, denominada frecuentemente puntos críticos.

Los rangos de temperatura óptima en el cultivo del arroz van desde 25 a 35°C.

Temperatura mínima 20°C

Temperatura máxima 40°C

De lo anterior deducimos que el arroz es una planta megaterma.

PROCESOS EFECTUADOS POR LA TEMPERATURA

1. Fotosíntesis

Cuando una planta se encuentra en estado de saturación de la luz, en este punto un aumento de la temperatura incrementa una serie de "reacciones enzimáticas" del proceso fotosintético, aumentando la actividad fotosintética dentro de un rango de temperatura definido.

Si se sobrepasa este rango ocurre un rápido descenso de la actividad fotosintética.

Nota: A intensidades de luz baja la temperatura casi influye en la fotosíntesis.

La intensidad del proceso fotosintético global sufre evidentemente reducción cuando se dispone para el complejo de procesos fotoquímicos, solamente de una intensidad lumínica baja. Así se torna en una garganta o desfiladero para la reacción global, pues hay solamente un suministro limitado de sustancias por las reacciones enzimáticas acopladas. Por el contrario, estas últimas formarán una garganta con la capacidad del sistema fotoquímico, bajo intensidades lumínicas altas, alcanzando su valor máximo, pero la temperatura pertenece subóptima. Un aumento de ella causa un aumento de área de conducción, hablando simbólicamente, hasta tal punto que se obtiene un rendimiento óptimo de las sustancias asimiladas.

2. Respiración

Este proceso con altas temperaturas aumenta su actividad provocando una acelerada producción de carbohidrato mientras la temperatura no sobrepase los 33°C. A temperaturas inferiores a 35° ocurre lo contrario.

3. Transpiración

Las temperaturas altas aceleran este proceso, provocando la pérdida de humedad de la planta y en caso de temperaturas extremas (altas) pueden

llegar a ocasiones la flacidez o marchitez de los tejidos. A temperaturas bajas la tasa de transpiración baja.

4. Absorción de agua y nutrientes

A mayor temperatura se presenta mayor pérdida de humedad (transpiración) por lo tanto la planta aumenta la tasa de absorción de H_2O . Así mismo la planta requiere una mayor absorción de nutrientes.

5. Crecimiento

La temperatura también afecta el conocimiento de la planta ya que también tiene puntos críticos como lo indica el siguiente experimento en el cual se pusieron plantas de arroz a diferentes temperaturas.

A 12°C el tallo creció 0.09 mm/hora

A 20°C el tallo creció 0.45 mm/hora

A 32°C el tallo creció 1.11 mm/hora

A 43°C el tallo disminuye acusadamente

6. Desarrollo de la planta de arroz

La temperatura sobre este proceso tiene una "acción directa". Ejemplo la dilación en la madurez es el efecto de la baja temperatura principalmente en la fase vegetativa y de maduración.

Influencia de la temperatura en la productividad

La temperatura es un factor sismático que puede aumentar o disminuir la productividad, favoreciendo o perjudicando el desarrollo normal del cultivo.

FACTORES QUE AFECTAN LA TEMPERATURA

Altitud: La temperatura disminuye con el aumento de la altitud. Usualmente se produce un descenso de aproximadamente 1.66°C por cada 305 metros de aumento de altitud.

Latitud: La temperatura disminuye frente al aumento de la latitud.

Topografía: Áreas de terreno plano presentan generalmente temperaturas altas y uniformes. En caso de terrenos con pendientes la temperatura

disminuye a medida que sube, presentándose una desuniformidad de la temperatura.

Precipitación: Las lluvias largas e intensas provocan un descenso en la temperatura y las lluvias cortas provocan un aumento en la temperatura.

2. ENTORNO

EL AGUA

Si hemos tenido y tendremos agua los 6.000 millones y hasta para los 100.000 millones de habitantes que fuésemos en el globo, el hombre se multiplicará mucho más y siempre deberá regar, trabajar y navegar en el mismo vaso, que es afortunadamente muy grande. El problema hay que insistir no es la disponibilidad de agua sino que haya con la calidad conveniente a cada necesidad y en el lugar donde se requiera.

Estos movimientos cíclicos de vida y muerte ocurren dentro de un espacio que podría considerarse, en relación con el infinito espacial, como una delgada lámina hacia arriba de la superficie de la tierra y hacia abajo en la profundidad de los mares es la biosfera; todo cuanto vive o muere tiene su cuna y su tumba común en la biosfera. En la biosfera están el agua, la tierra y el aire y con ellos todos los seres conocidos que requieren de estos elementos (3), como nosotros, los animales y las plantas, todo lo que es tóxico o contaminante en el agua, en el suelo o en el aire se interrelaciona.

El agua que existe bajo la presente era en los mares y océanos, en los ríos y lagos, en la atmósfera y en el subsuelo, es la misma que había hace millones de años y no puede decirse que la humanidad, en largas generaciones, no haya bebido y empleado porque sin ella no existiría.

Pero el agua hay que cuidarla, "hoy no es lo mismo" su cantidad, ni su calidad, no varían la necesidad y la diferente demanda del uso.

La demanda del agua no es la misma cuando somos millones de seres en la tierra que cuando somos 3.700 millones ni va ser cuando seamos millones que pronto seremos.

MANEJO DEL AGUA

El manejo eficiente del agua conduce a lograr rendimientos más altos con menos agua. Investigaciones han demostrado que se pueden hacer economías hasta el 18% sin afectar en forma perjudicial el rendimiento, drenado del campo durante diez días entre macollamiento tardío y la floración.

Cuando el arroz se siembra directamente en el campo, se puede ahorrar agua retrasando el riego hasta que se llega a la etapa de macollamiento, otro aspecto cierto a tener en cuenta es que el rendimiento resulta muy afectado si la provisión de agua es insuficiente en la época de espigamiento. Se ha demostrado que el flujo de agua lento y continuo sobre el campo produce mejores rendimientos que cuando el agua se mantiene en el campo y se cambia a intervalos.

En California, Mikkelsen (1963) reporta que las variedades japónicas cultivadas en condiciones de inundación continua tienen mejor crecimiento vegetativo y producen cuando menos 50% más grano que si se manejan con riego intermitente.

Investigaciones anteriores indican que en los campos de arroz inundados siempre los rendimientos disminuyeron debido a la acción de ciertos sistemas enzimáticos que destruyen sustancias de crecimiento ya que los suelos aireados permiten que se efectúen la nitrificación con la pérdida consecuente de Nitrógeno por desnitrificación después de la inundación. De todas maneras, los efectos relativos del agua en movimiento o estancia sobre el cultivo en desarrollo son difíciles de evaluar.

Por lo general se ha observado que el arroz cultivado en aguas que se mueven se ve más sano que cuando crece en aguas estancadas, pero tal apariencia no siempre se refleja en rendimientos mayores.

El encharcamiento de los campos puede causarse por una elevación del nivel freático (empantamiento) o por una práctica deliberada de mantener una capa de agua sobre el terreno, añadiéndole agua de tiempo en tiempo para reponer la que se pierde por evaporación, transpiración e infiltración. Si el empantamiento trae a la superficie sales tóxicas, como sucede con tanta frecuencia, debe tener un efecto perjudicial sobre el crecimiento del arroz, en especial si ocurre un efecto sobre el crecimiento en las primeras etapas del cultivo.

TEMPERATURA DEL AGUA

En general, se considera que la temperatura óptima del agua para el crecimiento del arroz es de 25.5 a 35°C, restringiéndose la absorción de nutrientes inorgánicos si la temperatura es menor o mayor que la óptima. Si ésta baja a menos de 22°C el rendimiento del grano disminuye, cuando la temperatura aumenta y alcanza 35°C - 38°C, muchas veces en nuestro clima el cultivo este después de pasar las etapas del crecimiento soportan esta condición.

De todas maneras no será por mucho tiempo por lo cual es necesario hacer nuevas aportaciones de agua para equilibrar el sobrecalentamiento.

CONTROL DE LA PROVISIÓN DE AGUA

No existe un sistema estándar para el manejo del sistema de riego ya que el cultivo de arroz se hace en condiciones diversas.

Cuando el riego se hace con poca o ninguna aplicación de fertilizantes, la sumersión continua combinada con un periodo de sequía (o drenaje) en el macollamiento, probablemente sea el tratamiento más satisfactorio. Para áreas que se abonan en abundancia, sobre todo con Nitrógeno, el riego intermitente resulta esencial.

Un ejemplo es el que se realiza en algunas regiones tropicales así:

Cubrir el suelo de agua para el laboreo y dejar esta capa de agua 2-3 semanas; evacuar el agua a la víspera de la siembra, después de tres o cuatro días se introduce el agua nuevamente y se mantiene su profundidad paralelamente al curso de la vegetación (de 7, 5, a 30 cm), un espesor medio de cm, parece ser lo más conveniente se puede con ventajas proceder a una desecación del arrozal entre los 5 y 7 días al principio de la vegetación, por fin el agua es evacuada 15 días antes de la cosecha.

CONSIDERACIONES PARA EL MANEJO DEL AGUA EN EL CULTIVO DEL ARROZ

Considerando que el arroz necesita agua en todo su periodo vegetativo y productivo hasta un poco antes de la cosecha, se debe disponer de un abastecimiento continuo y adecuado de ella.

Debe determinarse la calidad del agua, teniendo en cuenta que el cultivo tiende a acidificar el líquido.

Las cantidades de agua a aplicar deben estar determinadas por balance hídrico, además de las características de la zona.

Actualmente no podemos afirmar en un ciento por ciento que la inundación continua comparada con la inundación intermitente sea de mejor provecho; esto lo determina el tipo de suelo, la variedad, la zona y otros aspectos ecológicos.

El buen manejo del agua por los técnicos determina, en un momento dado, un excelente control de malezas y plagas.

Debe existir una gran correlación entre todas las operaciones (como fertilización, aplicación de agroquímicos y riego), para obtener buenos rendimientos.

Requerimientos de agua en arroz irrigado

Pérdida de agua	mm/día
Transpiración	1.5 – 9.8
Evaporación	1.0 – 6.2
Precolación	0.2 – 15.6
Total pérdida diaria	56.6 – 20.4

Operación de campo

Semilleros	40 mm
Preparación de tierras	200 mm
Irrigación de campo	1000 mm
Total	1240 mm/cosecha

Kung. 1971

SUELOS

El arroz se siembra desde el Ecuador hasta 50° Norte y desde el nivel del mar hasta 2.500 mts. de altitud. En el suelo en el cual puede exponer el cultivo, la textura varía de arena a arcilla, con extremos de pH entre 3.0 a

10; contenidos de materia orgánica del 11-50, concentraciones de sal de 0-1%, con disponibilidad de nutrimentos desde muy marcadas deficiencias hasta el exceso, la productividad de la tierra empleada para arroz es determinada en su mayoría por las condiciones del suelo y el agua disponible.

El arroz es el único cultivo que se produce en suelos saturados de agua e incluso sumergidos durante parte o todo el ciclo de vida de la planta y por esta razón las propiedades físicas del suelo son relativamente poco importantes a medida que haya un adecuado suministro de agua.

La textura del suelo juega un papel importante en el manejo del agua de riego y de la fertilización. Un tamaño pequeño en los poros del suelo de textura fina permite un lento movimiento del agua, mientras un excesivo suministro del agua y fertilizantes en suelos de textura liviana, aumentan las pérdidas por lavado y percolación.

El arroz soporta bien suelos con pH entre 4.0 y 8.4, sin embargo su mejor desarrollo lo obtiene cuando la acidez no baja de 5.0 ni pasa de 6.5, tolera bastante la salinidad, permitiendo buenas producciones en suelos salinos, los cuales a su vez van siendo lavados con los permanentes riegos requeridos por la planta de arroz.

El arroz se cultiva en gran variedad de suelos y su producción en ellos puede ser satisfactoria, siempre y cuando estos reúnan un mínimo de requisitos físicos y químicos.

Las condiciones químicas, físicas y nutricionales más apropiadas para el arroz se presentan en suelos con pH entre 5 y 7, texturas medianas a pesadas y con un buen contenido de materia orgánica. Se asegura así para el cultivo, un adecuado abastecimiento de Calcio, Magnesio y otras bases, una retención de agua acorde con las exigencias del cultivo y una adecuada estabilidad de la estructura del suelo que evite su deterioro.

Dados los niveles altos de producción a que ha llegado el cultivo no se pierde pensar en suelos que tengan, en suficiente cantidad, todos los nutrientes que exige el arroz para sus altos rendimientos. Habrá que recurrir a la fertilización para proporcionar Nitrógeno, Fósforo y Potasio y en ocasiones también Azufre, Magnesio y Zinc.

VIENTO

El viento juega un papel muy importante durante la vida de la planta de arroz. Está reportado que el viento con una velocidad lenta aumenta los rendimientos por acción de la turbulencia en el medio de una comunidad de plantas. Yabuki y otros (1972), afirma que la tasa de fotosíntesis es mayor con el aumento suave de la velocidad del viento, ya que el aumento en la turbulencia incrementa el suministro de gas carbónico (CO_2).

Wadsworth (1959), encontró que velocidades mayores a 0.3 - 0.9 mts por segundo, no tienen mayor efecto en la fotosíntesis de la planta.

Por otro lado, los vientos fuertes con características de vendaval son perjudiciales para las plantas, como quiera que aumenta el volcamiento. También vientos muy secos han demostrado causar secamiento de las hojas, fenómeno este que es grave en condiciones de secado. También, vientos secos y calientes pueden causar laceraciones de hojas y granos, presentando además en muchos casos abortos en las flores.

HUMEDAD RELATIVA

La evaporación es una función inversa de la humedad relativa (contenido de vapor de agua en el aire). Se ha demostrado que teniendo los demás factores constantes, un aumento en la humedad relativa, reduce la intensidad de la evapotranspiración ya que el gradiente de presión de vapor del agua entre la atmósfera y la superficie humedad, es baja. La capacidad del aire de retener vapor de agua aumenta con la temperatura, por lo tanto el aire caliente del trópico toma mayor vapor de agua que el aire frío de otras zonas.

LOS ARROZALES CALIENTAN EL PLANETA

Los campos de arroz de riego emiten metano y otros gases que pueden contribuir al calentamiento del planeta. Si este fenómeno amenaza el ambiente, lo sabrá el mundo dentro de cinco años cuando finalice un estudio emprendido por científicos asiáticos, europeos y americanos y financiado por el Organismo para la Protección del Medio Ambiente (EPA) de Estados Unidos el IRRI; en general, el cambio climático planetario (temperatura

alta, nubosidad, patrón de lluvias) puede afectar el cultivo del arroz y éste contribuirá a su vez a ese cambio.

La efectividad del gas metano (CH_4) para atrapar en la atmósfera el calor generado en la tierra es 20 veces mayor que la del dióxido de carbono (CO_2) y su concentración atmosférica crece a una tasa superior a la de éste. Ahora bien, las plantas de arroz hacen un papel de tubitos de escape por donde sale el metano aprisionado en el suelo. Pantanos y arrozales liberan del 25% al 30% del metano atmosférico, cuyo incremento sería efecto de la expansión del área cultivada con arroz. Se cree también que las variedades de alto rendimiento liberan más metano que las tradicionales, si esto fuera cierto los mejoradores intentarían modificar la arquitectura de la planta de arroz.

En toda Asia se hacen estos experimentos en invernaderos de diseño especial construidos en la sede del IRRI, cerca de Manila. Muchos datos se analizan en laboratorios europeos y americanos. Los resultados finales se procesan en computadores específicamente diseñados para este proyecto, que simulan cambios climáticos en ambientes afectados por diversas variables.

El CO_2 favorece en general el crecimiento de las plantas, pero cómo las afectará si sube al mismo tiempo la temperatura un incremento sostenido de un grado, en el promedio de temperatura del planeta hará migrar la principal franja agrícola de éste hacia los círculos polares. Los cultivadores de arroz de Japón, China y Corea recogerían tres cosechas al año y podrían cultivar variedades tropicales de mayor rendimiento. El arroz representa más de la mitad de la dieta alimenticia del 30% de la población mundial, además 90% del arroz cultivado en el mundo se cosecha en Asia.

ADECUACIÓN

La preparación del suelo es una de las labores más importantes para la siembra del arroz, ya que de ella depende un buen establecimiento de las plantas, así como el manejo del riego y el control de malezas.

En áreas donde el arroz se cultiva por el método de siembra directa la preparación se hace con el suelo seco, en forma similar para otros cultivos. En este caso las operaciones de labranza consisten en arar el suelo, rastrearlo convenientemente y emparejarlo para luego sembrar semilla seca.

En América Latina existen áreas húmedas y mal drenadas, en donde la preparación en seco se dificulta. En estas zonas, fase de la preparación en seco. Son la preparación bajo agua. En este caso el cultivo se realiza bajo inundación, lo cual requiere que los campos sean nivelados.

La nivelación puede hacerse en seco siguiendo un método convencional de ingeniería, o puede realizarse bajo agua por el método de "fangueo".

CARACTERÍSTICAS PARA ADECUAR UN CULTIVO DE ARROZ

Selección del terreno. Para la producción de arroz con riego se requiere un lote que llene determinados requisitos en cuanto a disponibilidad de agua, topografía y suelos. A continuación se analizan cada uno de estos requisitos.

Disponibilidad del agua: El agua es el factor más importante para la producción de arroz con riego, por lo tanto conviene hacer previamente un estudio del agua disponible que incluya:

La ubicación de las fuentes de abastecimiento que influye en el costo de aprovisionamiento de agua, por lo tanto debe conocerse, la finalidad de acceso para operación y servicio, la distancia al sitio de riego, posibilidad de movimiento del agua por gravedad o por bombeo y posible localización de embalses temporales.

- Conservar la inundación (lámina de 1 a 10 cm) hasta aproximadamente 3 a 4 semanas antes de la recolección de 0.7 a 1.0 litros / segundo/hectárea.
- Cabe anotar que el sistema de "fangueo" reduce las pérdidas de agua por parcelación, lo cual permite tener mayor área bajo cultivo y obtener más cosechas en la misma área.

Calidad de las aguas: La calidad del agua de riego es un factor de gran importancia, debe realizarse un análisis del agua, para establecer si ésta contiene minerales en concentraciones que puedan ser tóxicas a la planta. Las aguas salinas causan desórdenes fisiológicos en la planta de arroz, los síntomas son iguales a los causados por la salinidad de los suelos.

- La temperatura del agua también es importante para la planta de arroz cuando la temperatura del agua es baja (menos 15°C) es nece-

sario drenar frecuentemente el terreno para evitar que se produzcan panículas vanas o estériles. Aguas muy calientes afectan la nutrición.

Suelos: La característica más importante que debe tener el suelo es su capacidad de absorción y retención de agua. También hay otras condiciones del suelo que deben conocerse, como las características químicas y físicas, capas duras, profundidad de la capa arable y qué tan erosionable es.

Para cultivos, son preferibles los suelos de textura arcillosa por su poca permeabilidad; éstos y suelos ligeros deben tener una capa limitativa con un índice máximo de permeabilidad de 0.5 mm por hora. Los suelos de textura arenosa tienen muy poca capacidad de retención de agua. En el cuadro No. 1 se presenta relación entre la permeabilidad del suelo y la cantidad de agua que se requiere para mantenerlo inundado, vemos como suelos con alta filtración requerirán caudales muy altos de agua para mantener la inundación, lo cual los hace antieconómicos.

Condiciones fiscales: Los suelos con alto contenido de arcilla o suelos pesados, son los apropiados en la producción de arroz para ser preparados por "fangueo". Cuando están inundados, son fáciles de preparar porque proporcionan un soporte, las ruedas del tractor causan menos desgaste a las cuchillas de los implementos y sus partículas pequeñas permanecen suspendidas en el agua, facilitando el transporte del suelo. Por esta razón los suelos arcillosos son más fáciles de nivelar bajo el agua, contrario a lo que ocurre cuando se les prepara en seco.

Cuadro No. 1. Permeabilidad del suelo (cm/ha) y cantidad de agua (Its/seg/ha) requerida para mantenerlo inundado.

Filtración (cm/hora)	Cantidad de agua requerida para mantener la inundación (Lts/seg/ha)
0.005	1.4
0.1	2.8
0.2	5.6
0.3	8.4
0.5	14.0

Una capa superior gruesa permite cortar y remover suficiente cantidad de tierra como para lograr una buena nivelación sin que aflore el subsuelo, el cual puede ser poco fértil, más permeable o con propiedades indeseables. Usualmente no se recomienda remover capa de tierra de más de 7 a 8 cms de espesor para evitar correr riesgos. La figura 1 muestra el efecto de la nivelación en suelos de capa superior profunda, cuando se efectúan cortes que dejan sectores del campo irremediablemente afectados.

Condiciones químicas: Las condiciones químicas son características determinantes del suelo, el conocerlas es importante porque permite planificar la fertilización y prevenir los problemas que puedan ocasionar el exceso o deficiencia de algunos de los elementos del suelo. La adecuación del suelo para arroz debe buscar conservarlas e incluso mejorarlas.

En caso del arroz estos problemas podrían ser causados por la deficiencia de Fe y Al. La acidez, la salinidad, la alcalinidad, el contenido de materia orgánica y el nivel de los diferentes nutrimentos, son también importantes.

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

Topografía: La pendiente del terreno y el espesor de la capa superior de suelo fértil influye en el tamaño de las parcelas a construir y en el manejo de ellas. Los terrenos con una pendiente promedio de 5 por mil o menos, son los más apropiados para la siembra de arroz. Suelos con pendiente mayores de 7 por mil puede adecuarse, pero a un costo mayor que los anteriores, pues habrá que remover más tierra, tener parcelas más pequeñas y proporcionarles mayor número de caballones que reducen el área a sembrar.

Cobertura del terreno: En lo posible se deben seleccionar lotes libres de árboles, troncos, raíces y piedras, pues estos impiden o dificultan la adecuación. Si es necesario el desmonte de tierras planas usando maquinaria pesada, se debe estudiar cuidadosamente el costo de la labor. Otra posibilidad en zonas apartadas o cuando el área es pequeña, se deben utilizar los métodos tradicionales de "tumba y quema", para luego sembrar arroz a chuzo por dos o tres años, mientras que los troncos y raíces se descomponen.

3. PROTECCIÓN

MALEZAS

En el cultivo de arroz se presentan diversas especies de malezas, las cuales se agrupan de acuerdo con su ciclo de vida en anuales, bianuales y perennes. Entre las anuales se encuentran (*Ecchinoschloa colonum L.*) liendra de puerco, (*Digitaria sanguinalis (L) scop*, guardo rocío y (*Amaranthus dubius Mart*) bleado.

Las perennes se dividen en plantas de rizomas, plantas esloníferas y plantas de bulbo.

El conocimiento de la clasificación taxonómica de las malezas es importante puesto que existen plantas, que aunque muy similares botánicamente presentan ciclos vegetativos y modo de propagación diferentes. En el arroz de riego se presentan dos subclases:

- Monocotiledóneas (Gramíneas y Gyperaceas)
- Dicotiledóneas (hoja ancha)

Existen muchas familias monocotiledóneas reconocidas como malezas en arroz, sin embargo, las más importantes son:

- Gramínae
- Cyperaceae
- Pontideraeas
- Commelinaceae
- Juncaceae

Las malezas dicotiledóneas más importantes pertenecen a las familias leguminosas, compositae, euphorbiaceae, convolvulaceae y amaranthaceae.

Las malezas más importantes en el cultivo de arroz a nivel mundial son:

Ecchinochloa crusgalli (L) Beauw, *Ecchinochloa colonum* (L) Link, *Fimbritylis miliacea* (L) Vahl y *Cyperus difformis* (L). Entre estas, *Ecchinocloa colonum* (L) Link se encuentra concentrada en la zona ecuatorial, mientras que *E. Crusgalli* (L) Beauw, se disminuye hacia el norte y sur de la zona ecuatorial. Los mismos autores indican que el segundo grupo de malezas de importancia económica a escala mundial en el cultivo del arroz comprende las siguientes especies: *Cyperus rotundus* L. *Eleusine indica* (L) Gaerth, *Cyperus odoratus* L, *Ecchinocloa e crusgalli* (L) Beauw *Paspalum* sp., y *polygonum* sp.

También se encuentra, *Oryza sativa* L., *Cynodon dactylon* (L) Pers, *Ischaemun rugosum* Salibs, *Leptochloa filiformis* (lam) Beauw, *Cyperus rotundus* L., *Ludwigia decurrentis* Walts y *Eclipta alba* (L).

Manejo de las malezas en arrozales

La maleza es un factor limitante de principal importancia en los arrozales, cuyo manejo conlleva a inversiones en equipos, insumos y fuerza humana o mecánica. Hoy en día se acepta que el rendimiento y la rentabilidad del cultivo dependen del eficiente y oportuno manejo dado a las malezas.

El propósito del presente artículo es proveer información en el manejo de las malezas, incluyendo las técnicas agronómicas convenientes y los productos herbicidas de mayor uso actual, a fin de tener referencia fácil para técnicos de campo.

El control de las malezas en los arrozales es indispensable, pero el grado de efectividad y el logro de los propósitos, se pueden conseguir por varios sistemas basados en el conocimiento del suelo de las condiciones ecológicas de los costos regionales y de la población de malezas, para tener una medida de su valor y seleccionar los sistemas más adecuados y políticos.

Existen varios métodos de control que pueden ser usados. Algunos tradicionales que están basados en técnicas comunes, adaptadas a la región y a cada sistema de cultivo; otros más recientes, generalmente incluyen los herbicidas, los cuales son utilizados por menos gente. Debe tenerse en cuenta que una medida de control por sí sola no es suficiente, mientras que la combinación de varios sistemas pueden ser empleados para lograr los mejores resultados dentro de condiciones económicas.

Las técnicas de control tradicional son bien conocidas y utilizadas por los cultivadores de arroz, por lo cual se revisarán sin entrar en mayores detalles.

Sistema de manejo de malezas

El principio del manejo de malezas consiste en crear condiciones favorables al cultivo y desfavorable a la maleza, p.e., cuando hay posibilidades de riego y agua abundante, una irrigación previa a la siembra, seguida por drenaje, puede causar la germinación de malezas que estén en condiciones de hacerlo y permitir su destrucción antes de sembrar. Otro ejemplo se refiere al uso de semilla limpia. La efectividad de cualquier medida de control será reducida si la semilla de arroz para la siembra lleva semillas de malezas, sobre todo las clasificadas como nocivas. La importancia de un programa de producción de semilla pura, se enfatiza lo mismo que el uso de la variedad mejor adaptada a la región, la cual competirá mejor contra la maleza.

Dentro de la lucha contra las malezas existen varios sistemas de manejo como son: cultural, mecánico, físico, biológico y químico; los cuales a su vez pueden combinarse o integrarse entre sí.

DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES INSECTOS PLAGAS EN ARROZ

Plagas que están en el suelo

- A. Gryllotalpa hexadactyla-
- B. Blissus leucoterus
- C. Phyllophaga sp.
- D. Lissorhoptrus oryzophilus
- E. Euetheola
- F. Agrotis y psilón
- G. Spodoptera frugiperda

Barrenadores

Diatraea saccharalis
Rupela albinella

Elasmopalpus lignosellus

Plagas que atacan el follaje

Masticadores

- A. Lissorhoptrus oryzophilus
- B. Diabrotica sp., Epitrix sp., y Disonycha sp.
- C. Spodoptera sp., Mocis sp.
- D. Estigmene sp.
- E. Conocephalus sp., Caulopsis sp.

Chupadores

Tagosodes orizicolus

Tagosones cubanus

Ácaros

Mirador, Hydrellia sp.

Plagas que atacan la panícula

1. Debalus poecilus
2. Nezara viridul
3. Tibraca limbativentris
4. Edessa meditabunda
5. Alkindus atratus
6. Blissus leucopterus

INSECTOS PLAGAS EN EL ARROZ

Se describen dependiendo del ataque al crecimiento de la planta, así: de la siembra al estado de plántula, de la plántula al inicio de la floración, de la floración a la cosecha.

PRIMERA ETAPA: DE LA SIEMBRA AL ESTADO DE PLÁNTULA

Conocida como plagas del suelo. Se incluyen las que afectan raíces y la base de la planta. La presencia de estas plagas dependen de la rotación, de

la preparación del suelo, del manejo de las socas y de las condiciones climáticas.

Grillo Topo Neocultilla (*Grviiotalpa hexadactyla*)

El adulto mide de 25 a 40 mm y es de color marrón claro. Tiene las patas delanteras de tipo cavador con las que construye túneles para llegar a las raíces de la planta para alimentarse. En lotes de arroz secano se localiza en las partes húmedas. En arroz riego cuando se inunda el lote se localiza en los caballones o lugares secos, causando filtraciones y pérdida de agua por los túneles que construye. En los caballones se le puede aplicar Carbofuran o Chlorpyrifos granulado.

Cucarrón (*Eutheola sp*)

Escarabajo de 10 mm, de color negro o café oscuro. Se presenta especialmente en suelos húmedos que estaban en pastos. Su mayor incidencia se manifiesta con la iniciación de la temporada de lluviosa en abril. Corta las plántulas a ras del suelo o debajo de la superficie. Si la población es alta el daño es económico. Sembrar adelantado con riego (marzo) o atrasado (mayo), permite que el ataque sea menor. Los adultos son atraídos por trampas de luz (mechones) en la noche.

Gorgojito de agua (*Lissorhoptrus oryzophilus*)

Plaga exclusiva del arroz riego. Gorgojo de 3 mm, de color café grisáceo con estrías longitudinales en el dorso. Sobre el agua se ve más oscuro verdoso. Tiene un pico que lo utiliza para raspar la epidermis de las hojas que están sobre el agua y la hembra coloca los huevos bajo la epidermis de las raíces principales. La larva se alimenta de las raíces causando amarillamiento de las plantas y achaparramiento. Ocasionalmente barrenan el tallo. La pupa se encuentra adherida a las raíces en una celda de barro impermeable. El ciclo de vida es:

Huevo 7 días, larva 30 días, pupa 10 días.

Se manifiesta muy temprano. El drenaje de los lotes ayuda a evitar o disminuir el ataque especialmente de las larvas.

Tierrero, (*SpodoDtera fruoiderda*)

La larva se alimenta de la base del tallo cortándolo a ras del suelo. Los daños tempranos se deben a una mala preparación del suelo.

SEGUNDA ETAPA: DEL ESTADO DE PLÁNTULA AL INICIO DE LA FLORACIÓN

Los insectos plagas de mayor importancia en esta etapa son los barrenadores del tallo que causan reducción de la producción. Además se describirán los minadores, los masticadores y los chupadores. Todos pueden considerarse plagas importantes si se efectúa un mal manejo de ellas.

Minadores. (*Hidrellia sp*)

Plaga que incide más en el arroz riego. Requiere de una lámina de agua para atacar la planta. Mosca de color negro opaco y alas traslúcidas. Mide 3 a 4 mm, la antena es plumosa. La hembra coloca los huevos blancos, estriados y ovoides en forma individual en el haz de la hoja cerca de la superficie del agua. La larva actúa como mirador de las hojas. Deja cicatrices longitudinales de color crema que se va engrosando hasta secar la parte terminal de la hoja. Al mirar la hoja contra el sol se observa la larva o pupa de la mosca. Si la larva penetra por el cogollo de la planta puede provocar su muerte. Si penetra a la lámina foliar aún enrollada produce áreas blancas o destruye las puntas de las hojas, lo que retrasa el crecimiento del cultivo, permitiendo posibles infestaciones de malezas.

La mayor incidencia se manifiesta en los primeros 30 días hasta cuando la planta inicia el macollamiento. Luego la población decrece hasta que desaparece. También los mayores ataques suceden durante la época de lluvias y en los sitios de menor densidad de plantas.

El ciclo de vida es: huevo cuatro días, larva siete días y pupa siete días; el insecto puede completar tres generaciones desde la plántula hasta la elongación completa del tallo. El drenaje del lote por tres o cuatro días resulta muy efectivo para regular las poblaciones altas. Cuando el ataque no es severo las plantas se recuperan del daño.

Barrenadores: Pasador o Barrenador del tallo (*Diatraea sp*)

La hembra de color habano-gris con estrías marcadas en las alas. Tiene los palpos extendidos a manera de pico corto. Aparece en el cultivo a los 30 días. Permanece oculta en el día. Coloca los huevos en masas de 10 a 60 en forma imbricada tanto en el haz como en el envés de las hojas superiores.

Al emerger la larva penetra en el tallo por la parte superior, por lo tanto el movimiento es generalmente descendente en los primeros estados. Des-

truye el punto de crecimiento causando los "corazones muertos" o sea tallos jóvenes que se secan y mueren, como consecuencia se presenta amarillamiento de las hojas inferiores y achaparramiento. A medida que se va desarrollando la larva busca tallos más gruesos y pasa a otro tallo o a varias plantas. Cuando esta plaga ataca al iniciar la floración, las hojas se secan, los granos no se forman dando lugar a la aparición de panículas blancas, vanas y erectas, las cuales al ser haladas se desprenden fácilmente. Los ataques ocasionalmente se presentan por focos salteados y no se les da la importancia que merecen. Sumados pueden alcanzar niveles de daños económicos. Además es seguro que la incidencia en floración de la segunda es importante.

El Diatraea sp

Debe prevenirse pues controlarlo es muy difícil. Los insecticidas ofrecen un control parcial reducido ya que la larva se encuentra dentro del tallo y los insecticidas no la alcanzan.

El ciclo de vida es: huevo 7 días, larva 22 días, pupa 11 días, adulto 5 días. La generación se completa a los 40 días.

La novia del arroz (*Rupela Albinella*)

Es una mariposa blanca totalmente. Las hembras efectúan dos o tres oviposiciones en las hojas jóvenes cada una de 80 a 120 huevos cubiertos en una masa algodonosa blanca, tan pronto como emerge del huevo hace un orificio en el tallo y abre galerías. Generalmente se localiza en los dos tercios inferiores del tallo donde se observa el orificio que hace la larva antes de empujar. El ataque causa amarillamiento de las hojas inferiores.

El ciclo de vida es: huevo 7 días, larva 43 días, pupa 10 días, adulto 6 días. La generación se completa a los 60 días.

Barrenador menor del maíz (*Elasmospapus Ionosellus*)

Mariposa café grisácea y blanca de cuerpo delgado. En posición de descanso dobla las alas sobre el dorso. Coloca huevos verde pálido individualmente sobre las hojas, los tallos o el suelo. La larva es verde azulosa con franjas marrón y mide 15 mm, vive en el suelo y permanece en el tallo solo cuando se alimenta. Ataca en estado de plántula principalmente. Perfora la base de tallo produciendo "corazones muertos". Si ataca después del

macollamiento, todos los hijos presentan los mismos síntomas. Los insecticidas no lo controlan. En el arroz riego, la inundación disminuye las incidencias.

Masticadores.

Cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Mariposa de color gris con machas grises claras sobre el primer par de alas. Permanece oculta en el día y activa en la noche. La hembra coloca los huevos en masa sobre la lámina foliar o sobre el suelo y están recubiertos de escamas que provienen de su cuerpo. Las larvas pequeñas se alimentan del follaje donde causan un raspado. Las larvas más desarrolladas causan defoliación total; son activas durante el día y la noche. En ocasiones marchan en grupos grandes por focos desfoliando por completo al paso recibiendo el nombre de "gusano ejército". Puede causar defoliaciones severas en las primeras etapas de cultivo. Sin embargo, el arroz tolera defoliaciones hasta del 50% por una sola vez antes de los 50 días sin que afecte la producción.

Hay mayor incidencia en los periodos secos que siguen a los de lluvias.

El ciclo de vida es: huevo 3 días, larva 10 días, pupa 8 días, adulto 10 días. La generación se completa a los 31 días.

Las garzas efectúan una depreciación muy buena de larvas. En el arroz riego una inundación profunda permite bajar poblaciones

Medidor ejército (*Mocias sp*)

Mariposa de color café grisáceo, con dos puntos negros sobre las alas. Posan con las alas extendidas. Cuando es perturbada tiene un vuelo corto y errático. La larva es de color naranja o gris con bandas longitudinales oscuras sobre el dorso. Las infestaciones se manifiestan en focos después del macollamiento. Puede causar daños severos, pues efectúa la defoliación en el estado crítico del cultivo. Su voracidad y población explosiva le permite desfoliar muy rápidamente áreas grandes de gramíneas.

Enrollador de la hoja bandera (*Syngamia sp*)

Mariposa de vuelo incierto de 10 mm, de color castaño claro o crema, palpos prolongados hacia adelante con tres rayas transversales en las alas

de color café. La hembra coloca los huevos en el haz de las hojas superiores en hilera semejando escamas de pescado. Inicialmente amarillos crema y al final con una franja color rojo. La larva de piel transparente, cabeza fuertemente esclerotizada color amarillo oscuro, de protórax incoloro y el resto del cuerpo verde. Las patas verdaderas son bialinas con cinco pares de pseudopatas. Es muy nerviosa. La larva causa roeduras en la hoja, luego enrolla las hojas y con seda va haciendo puntadas formando un tubo en donde vive hasta que agota el alimento. Luego cambia de hoja en varias ocasiones. La parte inferior del tubo la taponan con los excrementos. Las roeduras siempre son longitudinales y paralelas a la nervadura central. En los últimos instares del tubo formado por la larva puede alcanzar hasta 40cm. Con una puntada cada cm.

La mayor incidencia se manifiesta entre los 60 y 80 días. La población de este insecto se incrementó por el uso inadecuado de insecticidas.

Enrollar de las hojas (*Panoquina sp*)

Mariposa de color café oscuro con el cuerpo grueso, con manchas amarillas en las alas cabeza negra, ojos pronunciados, antenas que terminan en ganchos. La hembra coloca los huevos en las puntas de las hojas más altas y verdes. La larva es de color verde claro con la cabeza en forma de corazón. Enrolla los bordes de las hojas obteniendo así un área de alimentación protegida. La pupa es de color verde amarillento y luego marrón claro. Se encuentra dentro de la cámara que constituye la larva al enrollar las hojas.

Cucarroncitos de la hoja (*Diabrotica sp Chaetoenerna denticulata*) (*epitrix sp*)

Los adultos de estos coleópteros atacan el follaje del arroz y puede dañar las estructuras florales. Las larvas atacan las raíces del arroz seco.

Los adultos *Diabrotica sp* son de color verde con manchas amarillas en los élitros. Miden 5 mm y son muy móviles. Coloca los huevos generalmente en el suelo.

El epitrix sp

Tiene los élitros azul brillante y el protórax anaranjado mide unos 4 mm.

El ciclo biológico de estos cucarroncitos es: huevo 7 días, larva 30 días, pupa 10 días.

Saltamontes (*Caulopsis cuspidata*)

Adulto de color café a verde. Mide 40 mm. Los adultos y ninfas se alimentan de los tallos de las hojas. Cuando atacan la vaina de las hojas bandera antes de la floración, causan la aparición de espigas blancas, vanas o defectuosas. El daño tiene una apariencia deshilachada o desgarrada. En ocasiones se alimentan de los granos en formación.

Chupadores (*Tagosodes sp*)

El macho es castaño o negro y mide 2 a 3 mm. La hembra es amarilla y mide 3 a 4 mm. Con su estilete ovopositor hace varias incisiones en las hojas en forma vertical de 1 a 5 mm. Sobre el tejido esponjoso. Cuando el ataque es severo hay producción de fumagina y secamiento total de la planta. El principal daño es la transmisión del virus a la hoja.

ENFERMEDADES DEL ARROZ

Las enfermedades que atacan al arroz pueden afectar a las hojas, los tallos, las panículas y las raíces; su presencia es confirmada por la decoloración o pudrición de las áreas afectadas. Los síntomas de algunas enfermedades pueden intensificarse con las dosis altas de fertilizantes y la falta de humedad durante períodos de sequía. En otros casos, la presencia de la enfermedad indica deficiencia de fertilizantes. Algunos agentes patológicos, como el de la hoja blanca, son transmitidos por insectos, cuando éstos aparecen en poblaciones elevadas, es posible que poco tiempo después se observe la enfermedad.

Anublo o Brusone del arroz (*Piricularia Oriza*)

Es causado por un hongo que ataca a la planta en todas las etapas de crecimiento. Es especialmente perjudicial en semilleros para transplante, además, es perjudicial cuando las plantas macollan abundantemente, apareciendo también en los nudos de los tallos y en las panículas.

Las lesiones típicas en las hojas tienen forma de diamante y 1.5 cm de longitud. El centro de la lesión es grisáceo. Cuando la infección ocurre al comienzo del crecimiento de la planta o si ésta presenta resistencia a la enfermedad, las lesiones lucen como manchas pequeñas de color café difíciles de distinguir de otras enfermedades foliares. Las lesiones foliares gran-

des con frecuencia se unen y matan plantas. Cuando los nudos están infectados, la parte superior del tallo muere. La infección se puede presentar en cualquier parte de la panícula o en la base de la misma, causando la pudrición del cuello. Cuando la pudrición del cuello es muy grave se presentan pérdidas considerables de rendimiento, pues la panícula producirá algunos granos de poco peso, con rendimiento bajo de molienda. Las manchas del añublo en las glumas de la semilla se confunden a menudo con otros hongos, entre ellos *helminthosporium*.

La enfermedad se disemina por esporas transportadas por el viento. El alto grado de humedad, las lluvias suaves y prolongadas, las noches frescas, las dosis excesivas de Nitrógeno y la densidad alta de plantas por unidad de superficie, favorecen el desarrollo de la enfermedad. El añublo es más perjudicial en secado que bajo riego.

La resistencia varietal es la forma más económica de control. Sin embargo, el hongo produce nuevas formas que atacan las variedades resistentes, al año o a los dos años de ser cultivadas. El control del agua, después del establecimiento de las plántulas, y las aplicaciones fraccionadas de Nitrógeno reducen el daño foliar. Con frecuencia, se utilizan fungicidas para reducir las pérdidas causadas por la pudrición del cuello y mejorar la calidad de molienda del grano.

Escaldado de la hojas (*Rhynchosporium* sp)

Es una enfermedad producida por un hongo que ataca las hojas más viejas. Las lesiones comienzan en las puntas de las hojas y progresan por la lámina foliar. Al comienzo, se aprecian manchas de forma irregular, saturadas de agua, que se transforman en áreas grandes rodeadas por bordes color café oscuro. Al aumentar la superficie cubierta por la lesión se produce el secamiento y la muerte de las hojas que han sufrido infección fuerte. El hongo ataca también los granos produciendo decoloración de la gluma y la esterilidad del grano.

La enfermedad es común en el arroz de secano en América Central y también en algunas regiones de secano en América del Sur. No es grave en arroz de riego. El escaldado de la hoja puede producir pérdida del rendimiento cuando el ataque es grave, pero no se considera enfermedad de importancia económica, excepto en América Central.

La dosis alta de Nitrógeno favorece el desarrollo de la enfermedad. Algunas variedades son susceptibles, mientras que otras son tolerantes o resis-

tentes. Hasta el momento, no se conoce un programa eficiente de control con fungicidas.

Helminthosporiosis (*Cochiobolus miyabeaus*, *Helminthosporium oryzae*)

Es causada por un hongo que ataca las plántulas, hojas y granos en formación, las manchas sobre las hojas son ovaladas o circulares de tamaño y distribución uniforme y de color café oscuro. Las manchas sobre las glumas son oscuras y parecidas a las que producen otras enfermedades. En casos graves, las manchas cubren toda la panícula causando la pérdida directa del grano.

Afecta generalmente el arroz de secano y se la encuentra en áreas mal diseñadas y en suelos con desórdenes nutricionales (deficiencia de Sílice, Potasio y deficiencia tardía de Nitrógeno) o con acumulación de sustancias tóxicas en suelos con nivel de fertilización reducido. La helminthosporiosis no es de gravedad en las plantas bien nutridas y fuertes.

El control de la enfermedad se logra al corregir las deficiencias del suelo. La aplicación de fungicidas y la siembra de variedades resistentes no son prácticas.

Pudrición de la vaina (*Thanatephorus cucumeris* *Rhizoctonia solani*, *coticum sasakil*, *pellicularia sasakil*)

El hongo causa lesiones en las vainas y ocasionalmente en las láminas foliares. La infección solo de forma elíptica e irregular, de aproximadamente dos o tres centímetros de longitud y de un color blanco grisáceo, rodeas por márgenes de color café. Las lesiones pueden unirse matando las hojas superiores. Los esclerocios de color café se adhieren suavemente a las lesiones. Una infección grave disminuye el tamaño de la panícula, produce esterilidad y merma el rendimiento del grano.

El clima cálido, los factores que la favorezcan un alto grado de humedad, la alta densidad de plantas, el macollamiento abundante y el exceso de fertilizantes nitrogenados, propician el desarrollo de la enfermedad. Su incidencia parece haber aumentado con la adopción de las nuevas variedades de porte bajo. Ataca el arroz de secano y también al de riego.

Aunque no se dispone de variedades resistentes, algunas son más tolerables que otras, Las medidas más eficaces de control son: evitar las variedades altamente susceptibles y disminuir las aplicaciones de Nitrógeno.

Cercosporiosis (*Sphaerulina oryzina* *Cercospora orizae*)

Es una enfermedad foliar que en ocasiones produce manchas de poca gravedad sobre las glumas. El hongo produce manchas lineares de color café, paralelas a las venas de las láminas foliares. En las variedades susceptibles las lesiones son más anchas y de color café claro. Esta enfermedad, aunque difundida, es de poca importancia.

Puede causar numerosas lesiones y el secamiento de las hojas en plantas maduras de variedades altamente susceptibles, lo cual resulta en disminución del rendimiento.

La resistencia varietal es la única forma eficaz de control. Las variedades recientemente producidas son moderadas o altamente resistentes. Se debe evitar el uso de variedades susceptibles en áreas de mucha humedad donde la enfermedad es común.

Pudrición del tallo (*Leptosphaeria salvinii*)

Helminthosporium sigmodeum, *Sclerotium oryzae*.

La pudrición del tallo es una enfermedad grave y frecuente en el cultivo del arroz. La infección penetra a través de heridas cercanas a la superficie del agua y comienza con una lesión negra e irregular, que aumenta de tamaño a medida que la enfermedad progresa. El hongo produce esclerosis dentro de la vaina foliar y posteriormente penetra en el tallo. Su diagnóstico se facilita porque uno o dos entrenudos se pudren formando numerosos puntos negros y pequeños esclerocios en la superficie del entrenudo donde ocurre la pudrición. Las hojas superiores de los tallos infectados generalmente se tornan amarillas y pueden morir. Los tallos podridos se vuelcan con pérdidas considerables de rendimiento.

Los esclerocios se distribuyen con el agua de riego. El control químico de la producción del tallo no es efectivo. La quema de la paja y del rastrojo disminuye el nivel de infección. Existen diferencias en la reacción varietal al patógeno. El uso de variedades resistentes o que no sean susceptibles al acame es la medida de control más eficaz.

Alternariosos (*Alternaria padwickii*)

(*Trichoconis padgickii*)

Esta enfermedad causada por un agente patógeno débil afecta con poca frecuencia al grano y las hojas, por lo tanto, es de poca importancia econó-

mica. Las manchas foliares, que en muy contadas ocasiones son perjudiciales, tienen bordes de color café oscuro que rodean los pálidos centros de las manchas, formando anillos. Los centros de un color pajizo claro pueden presentar puntos negros escleróticos. Pocas veces esas manchas foliares aparecen en número considerable.

Los granos infectados tienen manchas pálidas con puntos negros en el centro, rodeados por un borde oscuro. Es difícil distinguir la alternariosis de otras enfermedades. Bajo condiciones favorables, el hongo puede atacar un alto porcentaje de granos, produciendo la decoloración de la semilla. La siembra de estas semillas podría ocasionar la infección y muerte de las plántulas.

No se conocen métodos específicos de control para esta enfermedad.

Falso carbón (*Ustilaginoidea virens*)

El falso carbón es causado por un hongo que produce síntomas muy visibles. Esta enfermedad, aunque común, es de poca o ninguna importancia económica.

Los síntomas sólo se aprecian en las panículas más maduras. La infección ocurre en las panículas pequeñas y generalmente sólo unos pocos granos son afectados. Los granos se transforman en una masa de esporas de un color verde amarillento que finalmente se vuelve oscuro. Las masas de esporas pueden alcanzar un centímetro o más de diámetro.

El tiempo húmedo favorece el desarrollo de la enfermedad. Aparentemente, algunas variedades de arroz son más resistentes que otras pero no requieren medidas específicas de control.

Manchas lineares o rectangulares del carbón de la hoja.

Carbón de la hoja (*Entyloma oryzae*)

El carbón foliar es causado por un hongo y está muy difundido. Su incidencia tiene poca o ninguna importancia económica. El hongo produce puntos negros pequeños sobre las láminas de las hojas de las plantas más viejas.

Estas manchas son generalmente lineales o rectangulares y en muy pocas ocasiones se unen. El amarillamiento de las hojas es frecuente cuando

están muy infectadas. Cada punto está cubierto por una epidermis, que cuando se quita al remojarla en agua, deja al descubierto una masa de esporas negras. No se han encontrado medios de control pero tampoco se les considera necesarios.

Carbón del grano (*Tilletia barclayana*)

El carbón del grano es una enfermedad causada por hongos que atacan los granos en maduración. Se encuentra muy difundida pero no tiene mucha incidencia ni es económicamente importante. La enfermedad no es sistémica como otros carbonos de los cereales y sólo afecta las flores en el momento de la apertura.

Rara vez se encuentra más de unos pocos granos afectados en una panícula. Algunos granos son reemplazados totalmente por una masa de esporas negras mientras que en otros solamente se ve afectada parte de la semilla. Antes que la masa de esporas negras separe la gluma, el color de los granos infectados es opaco.

No se practica ningún sistema de control pues no son necesarios, el tratamiento de la semilla tampoco es de utilidad práctica.

Hoja blanca

La hoja blanca es la única enfermedad viral del arroz en América Latina. Es una enfermedad cíclica que causa pérdidas económicas graves durante varios años, seguidos por una época en que la intensidad del ataque disminuye.

Los síntomas en el campo, de fácil identificación, son: hojas moteadas, con franjas largas, amarillo-blancuzcas, raquitismo de las plantas y panículas pequeñas, deformes y estériles, con espiguillas decoloradas. La enfermedad no se presenta hasta que la planta tiene dos meses de edad y comienza en lugares aislados, extendiéndose luego rápidamente a toda la plantación.

La enfermedad no es transmitida por la semilla, el suelo ni otros agentes. La fertilización, la densidad de siembra y el agua tienen poco efecto en el desarrollo y difusión de la enfermedad.

La hoja blanca se controla empleando variedades resistentes al insecto vector. Unas cuantas variedades son altamente resistentes al virus. El control del vector, por medio de insecticidas no da resultados satisfactorios.

Nemátodos

La punta blanca causada por un nemátodo (*Aphelenchoides besseyi*) transmitido por la semilla se puede identificar por las puntas foliares blancas o cloróticas de las plantas más maduras. Las hojas bandera se pueden torcer, haciendo que la emergencia de la panícula sea incompleta. Las panículas afectadas son pequeñas, estériles, glumas distorsionadas.

El nemátodo sobrevive en semillas infectadas y en el suelo y se propaga en el campo pasando de las semillas infectadas a las plantas sanas. Los cultivos muy infectados sufren una reducción considerable de rendimiento.

La enfermedad se puede controlar mediante el uso de la resistencia varietal, las variedades de grano largo son más resistentes que las de grano corto, el tratamiento de la semilla con diversos productos químicos y la siembra en agua de enfermedad de menor gravedad, el tratamiento de la semilla con diversos productos químicos y siembra en agua de semilla pregerminada.

Una enfermedad de menor gravedad, causada por un nemátodo que causa la pudrición radical. *Meloidogyne javanica*, produce la decoloración y muerte de la hoja y el raquitismo de la planta en el arroz de secano en Argentina y Brasil.

En Brasil, el arroz de secano muestra amarillamiento de las hojas, crecimiento retardado, esterilidad parcial y nódulos en las raíces después de varias cosechas sucesivas. Se ha identificado a *pratyienchus brackyrus* como el nemátodo que causa este daño. Rotar los cultivos y dejar el terreno sin cultivar por algún tiempo resulta en un rendimiento normal.

Espiga erecta

La espiga erecta es una enfermedad fisiológica, de origen desconocido, asociada con los suelos anegados. No se presenta en el arroz secano. Es una enfermedad de mucha gravedad y puede causar una reducción drástica en el rendimiento de cultivos establecidos en suelos arenosos, sin drenaje, que tienen un tallo contenido de materia orgánica.

Las panículas afectadas tienen un alto grado de esterilidad y permanecen erectas. La enfermedad distorsiona las cascarillas y reduce el tamaño de las glumas o induce a que éstas no se formen.

Las plantas severamente afectadas muestran un desarrollo incompleto y emergencia en la etapa vegetativa, macollando ocasionalmente en los nudos de los tallos.

Las variaciones resistentes, un buen drenaje y el secamiento del suelo durante varios días, cuando el arroz tiene aproximadamente 50 días de sembrado, son medidas que contribuyen al control de esta enfermedad.

COSECHA

Cada una de las operaciones que se realizan en el campo durante la cosecha de arroz, desde el momento en que se comienza a cortar hasta el momento en que se comienza a sembrar, son importantes y cada una de ellas debe ser realizada con el cuidado que se espera de un agricultor experimentado.

Con respecto a las operaciones que se realizan en el campo durante la trilla, como el uso de la trilla, el uso de la máquina trilladora, el uso de la máquina de huso, etc., se debe tener en cuenta que el uso de estas máquinas debe ser el más adecuado para el tipo de arroz que se cosecha.

Cuando consideramos que la cosecha de arroz es una operación que debe ser realizada con el mayor cuidado posible, debemos observar lo que se debe hacer en el momento de la cosecha del arroz en el campo. En primer lugar, debemos tener en cuenta que la cosecha debe ser realizada en el momento en que el arroz está en su punto de madurez, es decir, cuando el arroz está listo para ser cosechado. En segundo lugar, debemos tener en cuenta que la cosecha debe ser realizada con el mayor cuidado posible, es decir, debemos tener en cuenta que la cosecha debe ser realizada con el mayor cuidado posible.

CONSERVACIONES Y TRANSPORTE

Para obtener un buen resultado en la conservación y transporte del arroz, debemos tener en cuenta que el arroz debe ser conservado en un lugar seco y ventilado, y que el transporte debe ser realizado con el mayor cuidado posible.

La planta de arroz debe ser conservada en un lugar seco y ventilado, y el transporte debe ser realizado con el mayor cuidado posible.

4. PRODUCTIVIDAD

COSECHA

Cada una de las operaciones que implica el cultivo del arroz tiene su importancia y cada una de ellas puede ser decisiva en cuanto al resultado final que se espera obtener.

Con respecto a la cosecha en su conjunto, son más importantes la siega y la trilla, como el proceso de secado del grano. Si cualquiera de estas tres operaciones es mal manejada, se puede lograr total o parcialmente el esfuerzo de un año completo.

Cuando consideramos esta etapa del cultivo de arroz, si nos fuese posible observar lo que ocurre en muchos cultivos de los más diversos lugares del mundo en el momento de la cosecha, nos quedaríamos asombrados al comprobar la cantidad de errores en que se incurre habitualmente, se vería entonces que el grano recién cosechado con frecuencia es maltratado y manejado en forma incorrecta y que el esfuerzo de un año de trabajo y esperanza en que se han gastado sumas importantes de dinero, es confiado a personas inexpertas.

OBSERVACIONES SOBRE LA ETAPA PREVIA

Para obtener un tipo de "buen arroz", si anteriormente todas las operaciones de cultivo han sido correctamente realizadas, debe empezarse por elegir el momento propicio para cosechar, este punto presenta ciertas dificultades.

La planta de arroz puede considerarse madura, mientras aún está en pie, cuando sus granos tienen un grado de humedad no mayor del 23 al

28%. Así mismo, se pudo establecer que si el arroz es cosechado con un contenido de humedad de cada una de las parcelas de arroz para determinar, de acuerdo con él mismo, es el momento propicio para la cosecha. Para la mayoría de los productores deben habilitarse medios más prácticos.

En general, el arroz deberá ser segado cuando las panojas se hayan inclinado casi por completo y cuando los granos de arroz en la parte inferior de las panojas estén en el estado de masa madura.

Los granos de las panojas en ese estado tienen el porcentaje de humedad señalada, su desarrollo es completo y en las variedades cristalinas no se presentarán manchas yesosas opacas. El arroz cosechado antes de alcanzar ese estado de maduración suele presentar muchos granos yesosos y otros con "paniza blanca"; además los granos son más livianos y en la molienda presentan un mayor porcentaje de rotura. Este último se debe, por una parte a la brusca eliminación de la humedad por medio del secado y por otra, a que muchos granos inmaduros sufren las primeras fisuras durante la trilla.

Si la cosecha tiene por objeto obtener semillas seleccionadas, es conveniente esperar a que la humedad alcance naturalmente alrededor del 18% tomando las precauciones necesarias para evitar el desgrane en el momento de la recolección.

A fin de uniformizar la maduración y reducir el tiempo que demanda el secado artificial, es conveniente mantener el campo drenado durante varios días antes de la cosecha. Lo ideal sería desaguar, según el tipo de suelo, entre 10 y 20 días antes de proceder al corte, pero ello es peligroso porque el arroz en ese estado sin agua se puede volcar con más facilidad bajo la acción de los vientos. Esto depende principalmente de la variedad de arroz, pues hay variedades de paja muy resistente y de poca altura, que son las más apropiadas para ser cosechadas en la forma descrita.

Si en algunos casos es aconsejable efectuar la cosecha con un nivel alto de agua en las parcelas, como en el caso de los terrenos que drenan mal si se dispone de cosechadoras combinadas de oruga o contracción en las cuatro ruedas, igualmente es conveniente secar lo mejor posible las parcelas y luego, si fuese necesario, reinundadas poco antes de efectuar la cosecha. Esto último, aunque es una práctica muy corriente en las regiones mal drenadas, es uno de los sistemas menos aconsejables, especialmente por los siguientes factores:

- El costo aumenta debido al mayor consumo de agua
- El transporte es más dificultoso
- El secado del grano resulta más difícil
- El suelo queda profundamente surcado por las maquinarias, lo que al dificultar el drenaje, repercute luego sobre la necesaria aireación del suelo.
- Surgen dificultades posteriores para la correcta preparación de la sementera y se necesitan mayores inversiones por esa misma causa.
- No se pueden practicar rotaciones en forma normal

Si no se trata con cuidado el arroz desde el momento propio de su corte hasta su entrega en el molino o arrocera, no se puede pretender que sea de buena calidad molinera.

El hecho de conseguir esa calidad es importante para el productor, la arrocera, y para la economía nacional. Cada uno en particular, se favorece si se obtiene arroz de la mejor calidad comercial. Con el fin de obtener una mejora sensible en la calidad del arroz en muchas arroceras se utiliza actualmente un aparato de radioscopia, que revela las roturas incipientes del grano antes de ser elaborado. Este mismo aparato ha sido utilizado desde hace años en los molinos de trigo, para detectar con anticipación la posible presencia de huevos de polillas o gorgojos en los granos.

En esta forma se han podido salvar millones de kilos de una posible destrucción por causa de esta plaga.

En las arroceras, donde cada vez se está usando más el radioscopio, se produce a determinar si el grano de rotura incipiente y efectivo, tomando de 50 a 150 gramos de arroz con cáscara, que se extiende de manera que ningún grano sea cubierto por otro. Luego se efectúa la radioscopia correspondiente y se estudian cuidadosamente los defectos de las semillas. Contando los granos con figuras incipientes es posible anticipar la cantidad de granos quebrados que podrá esperarse de la partida de arroz que se elaborará en el molino.

Por otra parte, si se sigue otro procedimiento en la toma de las muestras también se puede establecer el volumen de impurezas que acompañan al arroz, si hay granos chusos o vanos, deformados etc., es decir, que se puede determinar con exactitud la mayoría de los efectos que puede presentar una partida de arroz.

RECOLECCIÓN

La recolección del arroz puede ser ejecutada total o parcialmente con medio mecánicos.

En los países en donde hay mucha mano de obra barata disponible, la recolección todavía se hace a mano, pero a medida que la mano de obra encarece se recurre a la mecanización.

El pequeño productor seguirá aún por mucho tiempo con sus cosechas manuales, debido principalmente a la dificultad económica de adquirir la maquinaria necesaria para su pequeña finca. Pero así mismo, se están buscando los medios para proporcionarles herramientas mecánicas sencillas en otras actividades. En algunos países se está intentando cooperativizar el conjunto de sus explotaciones.

Se estima que la mecanización de todas las etapas del cultivo de arroz, desde la arada hasta la cosecha y su entrega en el molino, demanda en las regiones, altamente desarrolladas, un promedio de alrededor de cinco (5) días por hectárea de mano de obra.

En las zonas de pequeños cultivos o mini cultivos, en cambio, se llega a la increíble cifra de 1.150 horas/hombre/hectárea.

En la actualidad la mecanización del cultivo de arroz está aumentando muchísimo en todo el mundo. Las regiones en que se aplica son por orden decreciente, E.U.A., Australia, América del Sur, América central, Europa, África, y Asia.

Hoy día en los países mecanizados la mayor parte de la cosecha de arroz se efectúa por medio de máquinas cosechadoras automotrices combinadas.

En un estudio efectuado para determinar la magnitud de las pérdidas de arroz ocasionadas por las cosechadoras combinadas, Mc Neal llega a las siguientes conclusiones:

- Las combinaciones deben ser construidas de una manera que permitan reducir desplazamiento a 800 m/h. De esta manera en condiciones adversas los mecanismos de corte, trilla y separación pueden hacer un trabajo menor. Esto es especialmente importante en caso de que haya arroz volado.

- Las pérdidas de granos en el cilindro y en las barras se producen porque la baja y los granos se fuerzan demasiado a través de la combinada, el arroz erecto, muchas veces es cortado con la paja demasiado corta por lo que no hay bastante paja mientras se trilla y esto ocasiona grandes pérdidas por los granos que quedan en las cuchillas de corte y en cilindro. La paja sirve al grano como colchón durante el proceso de trilla y contribuye a reducir las pérdidas, el descascarado y la rotura de granos.
- Si las barras del cilindro y el cóncavo están en buenas condiciones, permiten trabajar a la velocidad y distancia recomendadas. Esto facilita la separación de los granos dañados. Se comprobó que el operador es el factor más importante para prevenir las pérdidas cuando se emplean las combinadas. El operador resulta el más caro, a pesar de la paga que recibe, hay diferencia mucho mayor entre distintos operadores que entre las distintas marcas combinadas.

Los granos de tipo largo son más susceptibles a sufrir pérdidas por desgane en las cuchillas y en los transportadores. Por otro lado, estas variedades soportan menos pérdidas en el cilindro. En las variedades cuyos granos soportan más fácilmente de la panoja las pérdidas por descascarado y rotura son menores.

Si bien estas observaciones Mc Neal fueron emitidas muchos años atrás, aún hoy son valederas. Revisando la copiosa bibliografía disponible sobre el uso de las máquinas cosechadoras, se llega a la conclusión de que el factor hombre es fundamental en relación con la calidad molinera del arroz cosechado. Si el operador se ajusta a las indicaciones de las distintas fábricas para la regulación de su máquina, se puede tener certeza de que el porcentaje de arroz quebrado o pelado disminuirá notablemente o será nulo.

Al secador entran muchos granos que aparentan no estar quebrados, pero se ha podido demostrar por las observaciones radioscopias que hay más granos con fisuras provenientes de las cosechadoras, que producidas por el secador por defecto de secado.

En cuanto a la ciega en sí, al igual que las otras etapas del cultivo, continuamente se hacen nuevas investigaciones con el objeto de reducir los costos de producción. Como en las otras operaciones, se llega a la conclusión de que en lo posible, debe eliminarse, o mejor dicho, disminuirse la mano de obra utilizada.

También se planteó el problema de que la mecanización puede conducir en última instancia a la culminación de instrumentos inútiles o máquinas en desuso, debido principalmente a la aparición de nuevos modelos y métodos de trabajo, pero se efectuó un estudio comparativo y se llegó a la conclusión de que la única forma de competir en los mercados internacionales consiste en producir mejor y más barato, reduciendo en lo posible la mano de obra. Además, una importante parte de los elementos de esas máquinas en desuso puede ser utilizada para confeccionar otros medios de trabajo, esto es especialmente cierto en el caso de los productores de escasos medios económicos.

Se ha llegado a la conclusión de que la cuestión no radica en la conveniencia o no de aplicar el máximo grado de mecanización. En realidad, el problema estriba en determinar si el producto tiene o no facilidades para adquirir la maquinaria necesaria. Los gobiernos son los que tendrían que encerrar este problema y estudiarlo a fondo ofreciendo a los agricultores la posibilidad de mecanizar sus explotaciones, con créditos a bajo interés y eventuales subsidios, a fin de que el país pueda competir con ventajas en el mercado arrocero internacional.

Antes que el productor inicie la cosecha por sus propios medios, un contratista equipado con una cosechadora de corte delantero, abre una faja a lo largo de los bordes. De esta manera, la mecanización individual no presenta problemas para las máquinas sencillas de que disponen los agricultores.

El 64% de los agricultores, en los países de mayor producción y mecanización ha reconocido que el uso de las bolsas durante y después de la cosecha es uno de los factores que inciden en el encarecimiento de la producción de arroz. Esto se puede superar por medio de la cosecha a granel, suprimiendo totalmente el uso de bolsas desde la charca hasta que el arroz entra a las tolvas del molino.

La cosecha y la comercialización del arroz con cáscara y a granel, requieren como es lógico, la existencia de instalaciones y medios apropiados en el establecimiento, en el secador, en los transportes y en las arroceras o en los depósitos de comercialización.

Las normas más corrientes, que lamentablemente todavía se aplican en las cosechas mecanizadas de América latina, son las siguientes:

Se utilizan bolsas nuevas o usadas para la trilla, que son atadas por la boca y amontadas. En esa operación se embarran y se destruyen muchas de

ellas, con las consiguientes pérdidas de granos. Luego son transportadas al secador, donde se les corta la atadura; al salir el arroz del secador se embolsan nuevamente, se cosen por lo general a mano y se continua con el manipuleo individual de cada bolsa hasta que el arroz es elaborado en el molino o entregado en el depósito de comercialización para la exportación.

Con este sistema, desde la trilladora hasta la tolva en la arrocera, cada bolsa soporta por lo menos los siguientes movimientos de manipuleo:

En la cosechadora	2
Cargada desde el cultivo al medio de transporte hasta el secador	1
Cargada desde el transporte al secador	2
Descarga y aplicado al secador	2
Vaciado en el secador	1
Salida del secador	3
Salida del secador, costura y pesada	3
Estiba en el depósito del secador	1
Carga en el transporte del secador a la arrocera	2
Descargar del transporte a la arrocera	2
Estiba en la arrocera	1
Desde la estiba en el molino a la tolva de elaboración	2
Total	19

Es decir que cada bolsa es movida 19 veces, ¿cuánto cuesta este manipuleo?

¿Quién en resumen lo paga?

¿Cuántas bolsas se destruyen en el campo y en todos los movimientos del proceso?

¿Cuántos kilos de arroz se pierden debido a la rotura de los envases?

A todo esto hay que agregar el costo de las bolsas que se usan. Además no se debe olvidar que cada 100kg. de arroz necesita de dos bolsas, es decir que 100 kg. de arroz, implican dos veces los 19 movimientos de las bolsas, o sea 38 en total.

Como se había dicho, en los grandes países productores ya hace tiempo que se ha reconocido este factor como rubro importante de encarecimiento

y en la actualidad son cada vez más los países donde las cosechas se hace a granel.

Se suele esgrimir el argumento de que no se dispone de capital como para equiparse de forma de poder o recibir las cosechas a granel. Esto no es valedero, pues lo que se ahorra en bolsas, mano de obra y pérdida de arroz, permitiría pagar con creces las inversiones necesarias para prepararse adecuadamente.

SECADO DEL ARROZ

La operación de secado del arroz es una de las más delicadas porque tanto un secado excesivo como la retención de mucha humedad perjudica directamente al grano.

Esto ha sido reconocido por los técnicos especializados, quienes han efectuado infinidad de ensayos, que dan una idea muy clara de la forma en que debe ser manejado el arroz con cáscara.

El arroz, si es cosechado cuando la humedad está entre el 26 y el 16% no sufrirá pérdidas, su calidad molinera será de las mejores y germinará en buenas condiciones. Las cosechadoras, en estas condiciones tampoco afectarán el grano.

SEMILLA

Uno de los factores necesarios para que el cultivo tenga resultados satisfactorios es contar con semillas de arroz buenas, pues la comercialización de éstas suelen ser rigurosamente controladas, ya sea por el gobierno o por asociaciones o agremiaciones de productores.

El concepto de semilla buena, involucró una serie de condiciones generales, que incluyen pureza, limpieza o ausencia de semillas y materias extrañas, tamaño uniforme, ausencia de granos descascarados y/o rotos, pertenencia a una variedad, ausencia de granos inmaduros y deformados, ausencia de arroz colorado o rojo, buena germinación y el correcto porcentaje de humedad 12 al 4%.

Estas condiciones físicas, en general son las más comunes y se exigen en todas las zonas orícolas del mundo.

Pero existe otra condición que en la práctica comercial se omite, que es la presencia de gérmenes productores de enfermedades. Esta parte concierne fundamentalmente al productor, quien deberá someter las semillas a controles adecuados para impedir la proliferación de enfermedades. A esto se llama cura de semillas.

Así como los semilleros se esmeran en poner semillas buenas al alcance del productor, éste debe cuidar de ellas en sus depósitos, en las maquinarias que utiliza y en la siembra. Por lo tanto, antes de ser sembradas, las semillas deben ser sometidas a tratamientos especiales, según su procedencia y de acuerdo con las exigencias locales. En la actualidad, la mayoría de las semillas reciben tratamientos por aspersión o son espolvoreadas con distintos productos preventivos, muchos de ellos tóxicos, por lo cual quienes manipulan las semillas tratadas deben tomar la debidas precauciones.

Los locales donde se efectúan los tratamientos deben ser ventilados. Las semillas tratadas, sobrantes no deben usarse para la alimentación de los animales. Es pues necesario practicar con mucho cuidado y responsabilidad las curas preventivas y atenerse estrictamente a las indicaciones que acompañan cada producto.

Hay que tener presente que en el caso del arroz es más necesario, que en el trigo, los granos de semillas de óptima calidad. Los granos de semillas poco o mal desarrollados pueden dar un arroz de tamaño y configuración disparejos y como esto no se comercializa ni se consume como el trigo, en forma de harina, sino que en general se utiliza el grano entero, su configuración y su uniformidad deben ser tenidas muy en cuenta por el productor, ya que estos aspectos juegan un papel muy importante, en la comercialización.

No se debe sembrar ninguna partida de arroz en la que hayan descubierto granos de arroz rojo, aun en pequeñas proporciones. La presencia de esos granos reduce el valor comercial y el volumen de las cosechas, además de ser un foco de infestación de campo para futuras cosechas. Conviene informarse sobre la forma de defenderse de esa variedad que en realidad debe ser considerada una verdadera maleza.

Al respecto se hacen muchas referencias en este texto, principalmente al tratar de las malezas.

Estos aspectos que hemos mencionado son mundialmente reconocidos, se han establecido escaladas oficiales de tolerancias máximas y mínimas

que deben reunir las semillas, pero el productor debe ser aún más exigente. Por lo pronto, si está a su alcance, debe utilizar semillas puras. Si no estuviera en condiciones de efectuar inversiones de importancia como para alcanzar esta meta, debería dedicar una pequeña área a establecer un vivero de reproducción de semillas de prodrigo o de muy alta calidad.

Como para algunos productores esto implica ciertas complicaciones (cosecha, secado, depósito), en muchos países se han construido cooperativas de reproductores que, además de prestar una serie de servicios especiales a sus cooperadores, han instalado muy buenos campos de reproducción y de selección de semillas.

En la mayoría de los países productores de arroz se han instalado instituciones oficiales con esta misma meta, a fin de proporcionar semillas de alta calidad al productor.

También se han establecido ciertas normas fiscales para el debido control de las semillas. Al efecto, resulta muy interesante un trabajo referido a la Argentina donde las condiciones son semejantes a las mayorías de los demás de América Latina.

Se ha elaborado un interesante catálogo, en el cual figura la variedad o el cultivo. Aparece allí con su nombre propio, origen genético, caracteres agronómicos sobresalientes (ciclo vegetativo, resistencia al vuelco, resistencia al desgrane, rendimiento etc.), caracteres morfológicos (tallas, macollaje, panoja, tipo de grano) y finalmente el establecimiento del productor.

Luego dedican una parte del trabajo a las disposiciones para la fiscalización oficial de la semilla, según sea el establecimiento criadero, semillero introductor o multiplicador oficial.

Por último se refieren a dos etapas fundamentales: cultivos de arroz y análisis.

CLASES DE SEMILLAS

- a. Semilla mejorada
- b. Semillas multiplicadas
- c. Semillas registradas
- d. Semillas certificadas

MÉTODO DE SIEMBRA

La semilla puede ser sembrada directamente en el campo o se le puede sembrar previa germinación a través de remojos; en ambos casos hay numerosas variantes posibles, cuya aplicación depende sobre todo de las costumbres locales, los costos, la disponibilidad de mano de obra, la maquinaria, etc. en este texto no nos referimos al trasplante porque es poco utilizado en Colombia.

La siembra directa puede ser: siembra de secano y siembra de riego. La primera comprende los sistemas de voleo o hilera.

En la siembra de riego encontramos el sistema de progirimonada (avio-
neta) y fangeo o inundación (valeo), el promedio de siembra en el sistema por volse es de unas 15 has/día mientras en hilerases de 10 has/día.

MANEJO

Un manejo adecuado del cultivo se inicia con la preparación del suelo, con el fin de eliminar completamente las plantas existentes y no permitir que germinen más malezas para destruirlas, limpieza de muros, canales de riego y drenaje, nivelar o emparejar el suelo para que pueda sembrar y regar bien.

Utilizar 150 kg de buena semilla para sembrar una hectárea en seco y de 80 a 100 kg/ha de semilla pregerminada para obtener un número adecuado de plantas en el cultivo.

Controle oportunamente las malezas ya que si no han sido eliminadas antes de los 20 días de edad del cultivo no solo reducen el rendimiento sino que su control, que exige mayores dosis de herbicida, cuesta más dinero, afecta las plantas por fitotoxicidad y en ciertos casos ocasiona fuertes quemazones al cultivo. Se ha demostrado que las aplicaciones muy tempranas de herbicidas, de 5 a 8 días después de la germinación, son muy eficientes si se utiliza una mezcla de productos en dosis bajas para que no afecten las plantas. Este control consta de propanil (4-6 lts/ha) más un preemergente, el cual puede ser, según la especie de maleza dominante, uno de los siguientes productos.

Saturno (4-5 lts/ha)

Machete (2-3 lts/ha)

Prowi (2.5-4 lts/ha)

O Ronstar (1.5-2 lts/ha)

Se añade también un producto hormonal (100 a 250 cc) cuando se presenta infestación de malezas de hoja ancha y de ciperáceas. El terreno debe inundarse después del control y mantener la lámina de agua para evitar reinfestación de las malezas. Este control se completa con una o dos limpiezas manuales.

Maneje bien el riego, luego de mejorar el campo, inmediatamente después de la siembra y una vez que las plantas tengan 15 cm de altura, establezca el riego permanentemente, no deje secar el campo porque pueden aparecer las malezas nuevamente y el suelo perdería Nitrógeno. La planta de arroz macolla con lámina baja de agua y no es necesario drenar el lote para que ocurra esta etapa del desarrollo. Conviene drenar el lote para fertilizar antes del primordio y luego se inunda el campo hasta el llenado del grano.

Cualquiera falta de agua durante el ciclo de cultivo se pega en el rendimiento del arroz, aunque aparentemente el cultivo se haya recuperado.

Fertilice adecuadamente el cultivo y practique un análisis del suelo cada dos cosechas, por lo menos y discuta con el especialista la situación de los nutrientes y los cambios que manifiesten a través del tiempo.

Haga todas las aplicaciones de fertilizantes al suelo. Las épocas más oportunas para aplicarlos al arroz de riego son:

Antes del macollamiento, una vez hecho el control de las malezas aplique la mitad del Nitrógeno y todo el Fósforo, el Potasio (o parte de él), el Zinc u otro elemento recomendado.

Al inicio del tallo que precede a la formación del primordio, aplique ahora la segunda mitad del Nitrógeno y la mitad del Potasio si el suelo es muy permeable.

Las aplicaciones a la siembra o antes de ella se recomienda como correctivos del suelo cal, yeso, Azufre, y para los cultivos de soca no, cuando se aplican fertilizantes solubles (N, P, K), pueden presentarse mayores problemas con maleza y sobre todo, se pierde Nitrógeno. En el método de preparación con fanguero, las aplicaciones pueden incorporarse en el suelo

a condición de que se haga un excelente control de maleza al iniciar un cultivo.

No se ha demostrado aún que los abonos foliares sean eficientes en el cultivo del arroz, como lo son para las hortalizas y otros cultivos. Los elementos menores que se aplican al suelo pueden corregir las deficiencias detectadas desde el inicio del crecimiento de la planta y su costo es menor. El cultivo solo responde al Zinc, por lo cual tampoco se justificará la aplicación foliar de un "coctel" de micro nutrientes.

Las plagas más importantes del cultivo son los beneficios y es un deber protegerlos. El mayor riesgo de que una plaga cause daño, corre cuando el cultivo está "limpio", es decir, cuando se han eliminado de él muchos organismos benéficos y pocos dañinos que le servían de alimentos a aquéllos.

Muy pocas veces los insectos que se alimentan del cultivo son plagas ya que su nivel de población y daño no compensan el costo del control. Se han encontrado además que las aplicaciones preventivas de insecticidas, especialmente de piretroides, causan un incremento de la misma especie que pretendía controlar, como el tagaso desestimulan el surgimiento de plagas secundarias como son los grillos y algunos chupadores.

Luego se practicará el secado. Este puede hacerse por medio de productos químicos, como ya se explicó en uno de los apartes anteriores de este capítulo, al tratar de la aplicación de los defoliantes antes de la cosecha. Estos productos han dado resultados muy satisfactorios y presentan ventajas considerables, entre ellas la reducción de los costos. El valor industrial del arroz, obtenido al aplicar este método, ha sido de óptima condición.

Cuando el secado se efectúa únicamente con medios mecánicos, se establece que la temperatura del arroz en el secador no debe exceder de 40.6°, pero mientras se efectúan nuevos ensayos, se recomienda que el aire no exceda de 43.3°. En general, se usan por cada 100 kg de arroz, 15 m³ de aire para los secadores de columna. En algunos casos, el arroz ha sido secado con aire natural.

Se determinó que es más conveniente que el arroz entre en el secador con más de 20% de humedad y sea secado en cuatro etapas, con lo cual se mejora notablemente su calidad molinera, después del secado, el arroz puede ser enfriado rápidamente, sin que esto le afecte.

No se debe demorar más de 12 horas entre la cosecha y el secado, pues de lo contrario se corre el riesgo de que el aceite contenido en el afrechillo se enrancie, manchando el grano y desvalorizándolo.

Como a veces no es posible secar de inmediato todo el arroz que entrar de la chacra, se le puede mantener sin afectar su calidad molinera durante un periodo de varios días, siempre que se emplee una energía de ventilación. Si el arroz tuviera más del 24% de humedad, no es conveniente efectuar ese almacenamiento. La cantidad de aire que hay que usar para la ventilación debe ser como mínimo de 0.06 m³ por minuto y metro cúbico de arroz. Si la cantidad de aire fuese mayor, sería beneficiosa, pero siempre hay que verificar que en la atmósfera no haya un exceso de humedad.

Cuando se amontona mucho arroz puede ser conveniente secarlo parcialmente, lo que permitirá pasar un gran volumen de arroz por el secador y dejar el grano un 20% por ejemplo, de humedad. Pero en este caso, se debe disponer de una tolva o depósito para arroz a granel, por donde pueda pasarse una corriente de aire no inferior a 0.03 m por minuto y metro cúbico de arroz. En este caso, la altura del almacenamiento temporal no podrá exceder de 2.5 metros.

Se han obtenido buenos resultados con el secador del arroz a granel en silos o depósitos, también con una altura de almacenamiento no superior a los 2.50 mts.

El volumen de aire usado es de 0.29 a 0.68 m³ por minuto y por metro cúbico de capacidad. En algunos casos en días secos y en climas áridos, es posible secar el arroz directamente con aire no precalentado. Se puede decir, en términos generales, que es preferible emplear un exceso de aire para el secado.

Para el uso de secadores de arroz embolsado (arroz para semilla o de pequeños productores) se determinó que la mejor temperatura del aire es de 43.3 °C para los sacos, siempre que se proceda a su ventilación.

Es muy conveniente limpiar el arroz antes de secarlo, eliminando pajas y materias extrañas.

Han publicado una guía práctica para el operador que realiza el secado. Como consideramos de mucho interés su conocimiento, damos a continuación los datos más importantes.

El arroz que entra en el secador con más de 20% de humedad, debería secarse en cuatro porciones. En general, es conveniente reducir la humedad al 19% la primera vez, la segunda debe reducirla en un 2 ó 3% y las secadas siguientes al 2% cada una.

Pero, por otra parte, los granos secados en forma continuada con aire seco a baja temperatura, han tenido una excelente calidad molinera, el rendimiento de la mayoría de los secadores disminuye, si este procedimiento se aplica cuando el arroz tiene un alto porcentaje de humedad inicial. Si este porcentaje es de hasta el 23% se recomienda un periodo de 30 minutos. Por cada 1% por encima del 23%, se sugiere ampliar ese plazo en 9 minutos. Por ejemplo:

Hasta 23%	30 minutos	hasta 27%	66 minutos
Hasta 24%	39 minutos	hasta 28%	79 minutos
Hasta 25%	48 minutos	hasta 29%	84 minutos
Hasta 26%	57 minutos	hasta 30%	93 minutos

Existe la costumbre de aumentar deliberadamente la temperatura del grano de arroz en los depósitos entre las sucesivas secadas, este procedimiento no es aconsejable.

La máxima eficiencia se consigue si el grano es devuelto lo más rápidamente posible al depósito, después que se le ha quitado humedad de la cáscara. Mientras está en depósito, la humedad interior del grano se difundirá hacia la cáscara seca. El equilibrio se alcanza entre las 12 y 24 horas, y para ese entonces el grano está listo para un nuevo secado.

En general, en presencia de porcentajes altos de humedad, el segundo secado debe ser realizado más rápidamente que los siguientes. No se obtiene ninguna ventaja enfriando el arroz entre los distintos secados, a menos que se mida un tiempo inusual.

Si el grano debe ser almacenado, hay que enfriarlo con aire no calentado en la última etapa de secado. El enfriado final debe hacerse perfectamente en un ambiente de humedad menor a la de saturación, sin embargo, esto no aumentará el contenido de humedad.

El secado del arroz, en general, no debe demorar más de seis horas después que éste ha sido cosechado. Esto puede variar según el grado de humedad del grano. Lo más importante es dar la adecuada temperatura al secado.

PÉRDIDA DE PESO DEL GRANO DE ARROZ POR CAUSA DEL SECADO

El secado quita la humedad del arroz, lo que implica una pérdida del peso. Ahora bien, si se trata de grano secado por cuenta de terceros o que llegan a las arrocerías con un exceso de humedad, es necesario conocer el peso que tendrá después de esta operación.

La suposición simplista de que una pérdida del 2% de agua, por ejemplo, corresponde a una pérdida de peso el 2%, es equivocado, pero lamentablemente es una suposición muy difundida y siempre ocasiona discusiones después de efectuada la operación.

Kramer y Aldred dan al respecto detalles muy interesantes que conviene tomar en cuenta. Sostienen que la pérdida de peso es mayor que la reducción del porcentaje de la humedad. Esa diferencia existe debido a que, mientras el grano es secado, ocurre un cambio constante entre el volumen inicial de humedad.

A fin de facilitar el cálculo, se ha confeccionado la tabla que figura en el cuadro 25, en la que se indican los porcentajes.

El paso final del arroz secado también se puede calcular por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Peso final} = \frac{\text{Peso inicial} \times \% \text{ de humedad inicial}}{\% \text{ de humedad final}}$$

Como ejemplo supongamos que se secaron 500 kg. de arroz. Su humedad inicial era de 25% y la final alcanzó 4%. Aplicando la fórmula tendremos:

$$\text{Peso Final} = \frac{500 \times (100 - 25)}{(100 - 4)} = 436,05 \text{ Kg.}$$

Si se emplean los datos del cuadro 25, se llega al mismo resultado:

Diferencia entre 25 y 14%	-11%
Columna 25% frente al 11 %	-12.79%

$$\frac{12.79 \times 500}{100}$$

Se han efectuado estudios detallados sobre la posibilidad de secar el arroz a granel en depósito con 3 m. de altura. Los ensayos fueron realizados con aire calentado y con aire natural. Los resultados obtenidos demuestran que no se puede conseguir un buen secado de ambas formas. En el caso de secar con aire calentado, su temperatura debe ser superior a 21°C y la humedad relativa del aire menor del 75% manejo del grano, el arroz permaneció en los depósitos, embolsados o a granel, donde muchas veces no existen las condiciones de higiene necesarias para prevenir las eventuales infecciones.

Luego es cargado en los transportes, para ser conducido a las arrocerías, depósito de exportadores, depósito de reventadores etc. en ese traslado se producen pérdidas por diversas causas y los focos de infestación se multiplican.

Hall y Blatchford mencionan las pérdidas registradas en varios establecimientos de arrocerías de distintas partes del mundo. Señalan que en el oeste de África en distintos depósitos, bolsas etc, debido a la acción de los insectos, se registraron pérdidas del 15%; en Japón, la FAO constató que en los depósitos de los productores, por la misma razón, se produjeron pérdidas del 9%, estas cifras son sólo informativas y sirven para apreciar mejor el valor de las pérdidas.

Cuando el arroz se almacena fuera de los establecimientos productores, tienen lugar las pérdidas más importantes, principalmente cuando el producto queda en manos de intermediarios. En algunos casos se determinaron pérdidas hasta del 40% sin tomar en consideración los cambios del valor nutritivo, color y sabor.

Al estudiar las pérdidas ocurridas durante el almacenamiento, se observó que el calentamiento espontáneo puede generarse en un breve plazo debido al excesivo contenido de humedad en los granos, desde donde el calor se propaga a la pila almacenada, por ello se debe examinar cuidadosamente no solo la humedad media del grano depositado, sino también la de los envases y sectores menores.

En los depósitos se admite, para los granos de arroz, una humedad máxima de hasta 14.5% pero es prudente mantenerla en lo posible en almacén, este porcentaje se considera el máximo para las zonas tropicales.

Los depósitos de almacenamiento pueden ser aquellos en que el arroz sólo se acumula a granel o los constituidos por grandes depósitos o galpones

donde se estiban las bolsas. En todo caso es importante que en esos depósitos el arroz esté preservado del ataque de insectos, hongos, roedores y de un eventual humedecimiento.

Los factores que afectan al arroz almacenado puede resumirse de la siguiente forma.

1. Contenido de humedad
2. Granos quebrados
3. Granos pelados o con deterioros en la cáscara
4. Grado correcto de madurez
5. Condiciones de construcción del depósito
6. Dimensiones del depósito
7. Materias extrañas mezcladas con el arroz
8. Higiene del lugar

En general, hay dos tipos de depósitos que se usan, los herméticos. Este demuestra que en realidad es más importante hacer una gran cantidad de aire seco a través de la masa de arroz que calentarlo.

Si en todo momento se pudiera disponer de aire seco, que es lo que se procura al calentar el aire, el secado del arroz se podría realizar a la temperatura ambiente.

A medida que se aumenta la temperatura del aire, su contenido de humedad disminuye y se acelera el secado. Por eso es que se calienta el aire. Pero ese calentamiento tiene sus límites, pues de lo contrario perjudica la calidad molinera del arroz. Esa es la razón por la cual el secado del arroz debe ajustarse de acuerdo con los cuadros que se dan al efecto.

ALMACENAMIENTO

Una vez terminada la cosecha del arroz, incluye la trilla y el secado del grano para obtener el correcto porcentaje de humedad alrededor del 13%, deberá procederse a su transporte y almacenamiento, desde donde será procesado o comercializado.

El almacenamiento en el establecimiento del productor debe durar muy poco tiempo, pues allí es donde suelen producirse las primeras infestaciones

de plagas y enfermedades causadas, casi siempre, por el y los no herméticos. Los primeros pueden ser un medio eficaz de almacenamiento, pero su costo, si son de mampostería, solo se justifica si se trabaja con grandes volúmenes de cereal.

En algunos países, los productores constituyen depósitos herméticos en sus propios establecimientos, pero son pequeñas construcciones cubiertas totalmente de barro. Son formas rústicas que suelen dar resultados satisfactorios, siempre que no sean afectados por roedores y que el arroz tenga su correcto grado de humedad.

En todos los depósitos debe prevenirse la humedad, en los herméticos, la humedad favorece las fermentaciones activando las bacterias anaerobias. Además el cereal se puede enranciar, con lo que desmejora considerablemente su calidad.

Una ventaja del ciclo hermético es que los insectos y hongos no proliferan.

BIBLIOGRAFÍA

- Aspectos importantes del manejo, elaboración y composición química del heno de Angletón (*Achanthiurn Aristatum*), 1982.
- Comparación de métodos de siembra en el cultivo de Arroz (*Oryza sativa*), 1983.
- Elaboración y producción de heno en la zona de Fundación (Magdalena), 1979.
- Estudio preliminar de la fertilización foliar con algas marinas en el cultivo de arroz – riego, 1981.
- Estudio comparativo de tres sistemas de aplicación del producto natural. Alga marina con un fertilizante nitrogenado comercial en el cultivo de arroz.
- Evaluación económica a nivel experimental sobre diferentes variedades comerciales de arroz en el valle del río Fundación (Magdalena), 1986.
- Efectos de dos fuentes de Nitrógeno y sus mezclas sobre la producción de maíz (*Zea Mays L.*) en suelos.
- Incidencias económicas de las variedades CICA 4, CICA 6, CICA7, CICA 8, CICA 9, IRR 22 En la zona *Tucudnca Guamachito*, el Retén (Magdalena), 1981.
- Las algas marinas como fuente de abono en el cultivo de arroz.
- Multiplicación de semilla mediante transplante múltiple en arroz del río Ariguaní (Cesar), 1985.