

# CULTIVOS TROPICALES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN ECUADOR (ARROZ, YUCA, CAÑA DE AZÚCAR Y MAÍZ)

TOMO I

HIPÓLITO PÉREZ IGLESIAS / IRÁN RODRÍGUEZ DELGADO





# Cultivos tropicales de importancia económica en Ecuador (arroz, yuca, caña de azúcar y maíz)

Hipólito Pérez Iglesias  
Irán Rodríguez Delgado

Coordinadores



Primera edición en español, 2018

Este texto ha sido sometido a un proceso de evaluación por pares externos con base en la normativa editorial de la UTMACH

---

Ediciones UTMACH

Gestión de proyectos editoriales universitarios

242 pag; 22X19cm - (Colección REDES 2017)

Título: Cultivos tropicales de importancia económica en Ecuador (arroz, yuca, caña de azúcar y maíz) / Hipólito Pérez Iglesias / Irán Rodríguez Delgado (Coordinadores)

ISBN: 978-9942-24-113-9

*Publicación digital*

---

**Título del libro:** Cultivos tropicales de importancia económica en Ecuador (arroz, yuca, caña de azúcar y maíz)

**ISBN:** 978-9942-24-113-9

**Comentarios y sugerencias:** [editorial@utmachala.edu.ec](mailto:editorial@utmachala.edu.ec)

**Diseño de portada:** MZ Diseño Editorial

**Diagramación:** MZ Diseño Editorial

**Diseño y comunicación digital:** Jorge Maza Córdova, Ms.

© Editorial UTMACH, 2018

© Hipólito Pérez / Irán Rodríguez, por la coordinación

D.R. © UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, 2018

Km. 5 1/2 Vía Machala Pasaje

[www.utmachala.edu.ec](http://www.utmachala.edu.ec)

Machala - Ecuador

Advertencia: “Se prohíbe la reproducción, el registro o la transmisión parcial o total de esta obra por cualquier sistema de recuperación de información, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electro-óptico, por fotocopia o cualquier otro, existente o por existir, sin el permiso previo por escrito del titular de los derechos correspondientes”.



César Quezada Abad, Ph.D

**Rector**

Amarilis Borja Herrera, Ph.D

**Vicerrectora Académica**

Jhonny Pérez Rodríguez, Ph.D

**Vicerrector Administrativo**

### **COORDINACIÓN EDITORIAL**

Tomás Fontaines-Ruiz, Ph.D

**Director de investigación**

Karina Lozano Zambrano, Ing.

**Jefe Editor**

Elida Rivero Rodríguez, Ph.D

Roberto Aguirre Fernández, Ph.D

Eduardo Tusa Jumbo, Msc.

Irán Rodríguez Delgado, Ms.

Sandy Soto Armijos, M.Sc.

Raquel Tinóco Egas, Msc.

Gissela León García, Mgs.

Sixto Chiliquinga Villacis, Mgs.

**Consejo Editorial**

Jorge Maza Córdova, Ms.

Fernanda Tusa Jumbo, Ph.D

Karla Ibañez Bustos, Ing.

**Comisión de apoyo editorial**

# Índice

## Capítulo I

Origen, taxonomía, morfología, fisiología y nutrición del cultivo de arroz .....12

Hipólito I. Pérez Iglesias; Irán Rodríguez Delgado; Jorge V. Cun Carrión

## Capítulo II

Preparación del suelo, siembra y atenciones culturales en el cultivo de arroz .....83

Hipólito I. Pérez Iglesias; Irán Rodríguez Delgado; Jorge V. Cun Carrión

## Capítulo III

Insectos-plaga y enfermedades en el cultivo de arroz .....121

Hipólito I. Pérez Iglesias; Irán Rodríguez Delgado; Jorge V. Cun Carrión

## Capítulo IV

Cosecha, postcosecha y comercialización del arroz en Ecuador.....164

Hipólito I. Pérez Iglesias; Irán Rodríguez Delgado; Rigoberto García Batista

## **Capítulo V**

Taxonomía, morfología y manejo agronómico del cultivo de yuca  
.....186

Hipólito I. Pérez Iglesias; Irán Rodríguez Delgado

## **Capítulo VI**

Atenciones culturales y cosecha del cultivo de yuca .....214

Hipólito I. Pérez Iglesias; Irán Rodríguez Delgado; María Estrada Martínez

# Introducción

Producir suficientes alimentos para la creciente población mundial, constituye un gran reto para las generaciones presentes y futuras, en un planeta donde la degradación de los suelos y el calentamiento global de la atmósfera son prácticamente irreversibles.

Los cuatro cultivos tropicales seleccionados para la confección de esta obra científica (arroz, maíz, caña de azúcar y yuca), se justifican por la incidencia que los mismos tienen en la seguridad y soberanía alimentaria del país, ya que constituyen productos de primer orden en la canasta básica de la población ecuatoriana. Según datos de la FAO, al cierre de 2016, Ecuador produjo 1.534.537 toneladas de arroz en cáscara, 90.726 toneladas de yuca, 8.661.609 toneladas de caña de azúcar y 1.199.075 toneladas de maíz seco. El país se autoabastece de arroz, azúcar y yuca, incluso realiza exportaciones a Estados Unidos, América Latina y el Caribe, aunque no se autoabastece de maíz, produce grandes cantidades para diferentes usos (alimento animal y humano) y la industria.

Muchas familias campesinas obtienen su sustento con la producción de estos rubros, el arroz, la caña de azúcar, el maíz y la yuca son cultivos que se desarrollan bien en zonas tropicales y subtropicales, Ecuador por sus características

presenta zonas con estas condiciones, lo cual permite que estos cultivos presenten una amplia distribución geográfica en todo el territorio nacional, más acentuada en maíz y yuca.

En los trece capítulos que conforman los dos Tomos de esta edición, los compiladores y autores hemos tratado de abordar los aspectos más importantes para el desarrollo y manejo agrícola de estos cultivos, en las condiciones edafoclimáticas del país sin producir afectaciones al ambiente. Los investigadores, directivos, técnicos y fundamentalmente los productores, así como los estudiantes de agronomía, de las presentes y futuras generaciones, dispondrán de un material de estudio y consulta permanente, de los avances tecnológicos más recientes en el manejo sostenible de la cadena productiva de la caña de azúcar, el arroz, el maíz y la yuca, sin dañar el entorno natural. El arroz y la caña de azúcar, aunque tienen origen en el sudeste asiático, constituyen componentes bióticos de los agroecosistemas que conforman y se adaptaron rápidamente a los factores abióticos del medio en que se desarrollan en el continente americano.

En la obra científica se abordan importantes temas que brindan información actualizada sobre la morfología, fisiología, nutrición, atenciones culturales, plagas más importantes que afectan estos cultivos en el territorio ecuatoriano y su manejo enfocados en disminuir los daños y pérdidas que las mismas ocasionan sin contaminar el ambiente. Además, los lectores encontrarán elementos relacionados con los volúmenes de producción y área cosechada de arroz, yuca, caña de azúcar y maíz a nivel mundial y nacional, así como aspectos relacionados con la cosecha, la industrialización y la comercialización de estos productos.

El arroz, cultivo originario del Sudeste Asiático, se adaptó rápidamente a las características edafoclimáticas de la región tropical y subtropical del continente americano, constituye un alimento básico en la dieta del ecuatoriano, es el cultivo que mayor superficie ocupa en el país, más de 400 mil hectáreas.

La caña de azúcar introducida en República Dominicana por el almirante Cristóbal Colón en 1493, se expandió al continente americano y se adaptó a las condiciones tropicales de esta parte del mundo, con volúmenes de producción que colocaron a Cuba por más de 20 años como primer productor de azúcar del mundo, lugar que ocupa Brasil actualmente con producciones que sobrepasan los 16 millones de toneladas/año, convirtiéndose en el primer país productor y exportador de azúcar de caña de azúcar a nivel mundial. Esta planta extraordinaria, es capaz de sintetizar y almacenar en sus tallos, el más universal de los alimentos que existe, ya que aproximadamente el 100% de los más 7 mil 270 millones de personas que habitan en el planeta tierra consumen algunos gramos de azúcar, directa o indirectamente, cada día.

La caña de azúcar fue la causante del comercio e introducción de negros esclavos, traídos de África, en el continente americano, como fuerza de trabajo para realizar el proceso agroindustrial, lo que originó trabajos forzados y despiadados, sin embargo, se trata de un cultivo maravilloso, que bien manejado, es capaz de proteger el suelo, evitar o disminuir la contaminación ambiental y al mismo tiempo ofrecer espectaculares ganancias al productor cañero y al país en general. Ecuador cuenta con seis ingenios azucareros que abastecen todo el azúcar que se consume y garantizan la cuota de exportación a Estados Unidos, además en la región andina se cultiva caña y se producen panela y agua ardiente de forma artesanal, constituyendo este cultivo una fuente de empleo para más de 30.000 personas de forma directa y para unas 80.000 de forma indirecta.

El maíz cuyo origen es muy discutido, bien sea de México o América del Sur, se originó en América y se extendió y adaptó a otras partes del mundo; constituye actualmente el cereal con mayor volumen de producción después del trigo; se siembra para diferentes usos, consumo seco y verde, para los pobladores de las zonas rurales y urbanas, en la producción industrial de diferentes derivados (harina, hojuelas, aceite, almidones y edulcorantes), siendo una fuente importante de alimento para los ecuatorianos y los animales de explotación comercial.

La yuca es un cultivo originario de América del Sur, aunque se ha extendido y establecido en varios países, donde constituye una fuente de alimento importante en las zonas rurales; en el continente africano se ha convertido en un alimento básico para sus pobladores. En Ecuador se cultiva en todas las provincias del país, siendo un sustento fundamental para las familias campesinas más pobres.

Los compiladores

# 02 Capítulo Preparación del suelo, siembra y atenciones culturales en el cultivo de arroz

Hipólito I. Pérez Iglesias, Irán Rodríguez Delgado, Jorge V. Cun Carrión

## Preparación del suelo

La preparación del suelo constituye una de las prácticas culturales más importantes y que mayor influencia ejerce en la obtención de altos rendimientos y sostenibilidad para ofrecer cosechas; de realizarse de forma incorrecta puede conducir a la pérdida de la fertilidad y capacidad productiva del suelo.

La preparación del terreno para el cultivo del arroz constituye un paso fundamental en el crecimiento y desarrollo de las plantas. La creación de una estructura del suelo adecuada permitirá un alto porcentaje de germinación de las semillas,

---

**Hipólito I. Pérez Iglesias:** Ingeniero Agrónomo (1969) Universidad Central de Las Villas, Cuba; Doctor en Ciencias Agrícolas (1983) Academia de Ciencias de Cuba; Investigador Titular (1984-2014) Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Cuba; Profesor Titular (2015) Universidad Técnica de Machala. Autor de cinco libros y 102 artículos publicados.

**Irán Rodríguez Delgado:** Ingeniero Agrónomo (1992) Universidad Central de Las Villas, Cuba; Magister en Agricultura Sostenible (2009) Universidad de Cienfuegos, Cuba; Investigador Agregado (2009) Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Cuba; Profesor Titular (2015) Universidad Técnica de Machala. Autor de cuatro libros y 17 artículos publicados.

**Jorge V. Cun Carrión:** Ingeniero Agrónomo (1998) Universidad Técnica de Machala; Magister en Agroecología y Agricultura Sostenible (2016); Profesor Titular (2004) Universidad Técnica de Machala; diplomado en docencia superior (1998) Universidad Técnica de Machala; ha participado como ponente en eventos nacionales e internacionales.

buena retención de humedad y aireación, solubilización de nutrientes, mejor desarrollo del sistema radical y un fuerte anclaje de las plantas.

El suelo es el soporte físico de la planta de arroz, es el sustrato que provee los nutrientes durante el crecimiento y desarrollo del cultivo, además en el suelo se desarrollan otros factores adversos al cultivo, como malezas, insectos-plaga y patógenos, los cuales se pueden disminuir sensiblemente con una buena preparación del terreno para la siembra (DICTA, 2003).

## Objetivos

Los objetivos que se persiguen con la preparación del suelo para el arroz son:

- Mantener o mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Permitir un buen desarrollo de la planta en relación con la germinación, emergencia de plántulas, buen enraizamiento, uso eficiente de agua y nutrimentos, drenaje y el riego de agua.
- Control de plantas dañinas, insectos-plaga y enfermedades.
- Facilitar las labores posteriores a la labranza, como siembra, fertilización, manejo de malezas, en condiciones de eficiencia y efectividad en el trabajo realizado.

## Métodos

La preparación del suelo para el arroz se puede realizar de dos formas, en seco y en terreno húmedo, dependiendo de las condiciones en que se desarrolle el cultivo.

En sentido general, los métodos de preparación del suelo para la siembra directa o por trasplante son:

- Labranza convencional (arado y rastreo): se realiza tanto para la siembra en seco como en condiciones inundación.

- Fangueo: posterior al rastreo se realiza el fangueo con la finalidad de crear una capa compacta a 15-20 cm de profundidad, que impida la infiltración del agua. Es el más utilizado en este cultivo, por las características del arroz de desarrollarse adecuadamente en condiciones de inundación.
- Mínima labranza: se utiliza fundamentalmente en cultivo de secano se realiza un pase de subsolador (40-50 cm) sin inversión del prisma, seguido de un pase de ras- tra para mullir el suelo. A pesar de ser un método de preparación de suelo que contribuye a la conservación del mismo, es escasamente utilizado en el arroz.

## Fangueo o batido

Después de la aradura o del rastreo, se inundan las pozas o diques con una lámina de agua de unos 20 cm de espesor, posteriormente se realiza el batido con un tractor provisto de ruedas o llantas fangueadoras o batidoras (Figura 1). El fangueo modifica la estructura del suelo con la ventaja de minimizar la pérdida de agua por infiltración y aumentar la retención de ésta (Heros, 2013).

Figura 1. Fangueo o batido del suelo con tractor provisto de llantas batidoras o canastas fangueadoras.



Fuente: Heros (2013).

Simultáneamente al fangueo se realiza la nivelación del terreno, ya que al tractor se le acopla en la parte trasera una cuchilla que transporta el barro o lodo de las partes altas a las bajas, que permite nivelar la superficie del suelo bajo agua (Figura 2).

Figura 2. Nivelación del terreno realizada de forma simultánea al fangueo en las piscinas o diques.



Fuente: Heros (2013).

Una buena nivelación del terreno permite la distribución uniforme del agua, un adecuado manejo de malezas, mejor establecimiento del cultivo, en sus fases iniciales y un drenaje rápido que permite controlar la infestación de especies de plantas acuáticas. La nivelación de los diques influye en la uniformidad de la densidad de plantas. En diques mal nivelados pueden presentarse plántulas secas por la incidencia directa de los rayos solares en las partes altas con escasez de agua, plantas flotando por falta de enraizamiento y muerte de plántulas por ahogamiento en las partes bajas por exceso de agua (Heros, 2013).

## Siembra

El establecimiento del cultivo del arroz en el Ecuador depende de varios factores, entre los que se encuentran la estación climática, las zonas de cultivo, ciclo vegetativo, tipo de suelo, disponibilidad de infraestructura de riego, niveles de explotación y grados de tecnificación.

### Métodos de siembra

En el cultivo del arroz las siembras se ejecutan en base a dos tecnologías:

- Siembra directa: cuando la semilla botánica se sitúa directamente en el lugar definitivo de cultivo, la cual puede realizarse a chorrillo, por golpe o al voleo.
- Siembra indirecta: cuando la semilla botánica se siembra en un semillero para posteriormente trasplantar la plántula o postura a su área definitiva.

### Tipos de siembra directa

#### Siembra directa a chorrillo

Se ejecuta en seco, de forma manual o con máquina sembradora. Se emplean 120 kg/ha de semilla y se recomienda una distancia entre 7,5 y 10,0 cm entre hileras.

#### Siembra directa a golpe

Se utiliza semilla seca a una distancia de 10 a 15 cm entre hileras. La profundidad de siembra en todos los casos no deberá exceder los 2 cm. Se puede emplear semilla pre-germinada o no pre-germinada.

#### Siembra directa al voleo

Resulta factible de ejecutar en ambas tecnologías de siembra: seco y fanguero. En áreas pequeñas se realiza de forma manual; en extensiones mayores se usan máquinas terres-

tres o avión. Se recomienda como máximo 120 kg de semilla/ha. En áreas fangueadas se utilizará preferiblemente semilla pre-germinada. En la Figura 3 se muestra un tipo de avioneta utilizada en las labores de siembra de arroz al voleo y en tratamientos agroquímicos.

Figura 3. Avioneta utilizada en labores de siembra y aplicación de agroquímicos en el cultivo de arroz.



Fuente: Guzmán (2006).

### **Siembra indirecta o por trasplante**

El trasplante en arroz, similar al resto de los cultivos, es un sistema de siembra indirecta, en el cual las plántulas crecen inicialmente en semilleros, para posteriormente llevarlas al área de plantación definitiva. Es la forma más utilizada en la producción de arroz, pues permite un mayor rendimiento utilizando mano de obra. Así las plantas se entierran en el lodo a 2 o 3 cm de profundidad a una distancia que varía entre 15 y 25 cm (DICTA, 2006)

## Fase de semillero

Es una fase decisiva en el cultivo de arroz, por lo que deberá presentarse especial atención y cuidado, tanto con las semillas en el momento de la siembra, como con las plántulas a partir de la germinación. La atención y el cuidado que se le brinde al semillero incidirán decisivamente sobre los rendimientos que se alcancen en la cosecha. En la Figura 4 se observa un semillero de arroz de alta tecnología desarrollado con la utilización de cajas plásticas.

Figura 4. Semillero de arroz de alta tecnología utilizando cajas plásticas.



Fuente: The GYROX Team (2012).

## Arranque y traslado de posturas

Una plántula o postura de arroz se considera apta para el trasplante cuando alcanza 12-15 cm de altura y posee entre 3-4 hojas bien desarrolladas, lo cual se logra entre los 15 y 20 días después de la germinación de la semilla. Esta operación requiere de extremo cuidado para no dañar las posturas y evitar que se deshidraten, por lo que el semillero debe estar próximo al lugar de la plantación definitiva. Si el lugar de la plantación se encuentra algo distante se deben proteger las posturas del sol y el aire para evitar que se dañen durante el traslado.

El trasplante de las posturas de arroz se puede realizar de dos formas:

- Trasplante manual.
- Trasplante mecanizado.

Cuando el trasplante se realiza de forma manual, se requiere de gran cantidad de fuerza de trabajo y de esfuerzo físico, lo cual encarece los costos de producción, además se cuidará de no afectar la raíz de las plántulas debido a que los sembradores en ocasiones de forma inconsciente pueden doblarla o quebrarla. Para minimizar el estrés que afecta a las plántulas durante su trasplante se recomienda la eliminación de una tercera parte de la lámina foliar.

En la Figura 5 se observa una cuadrilla de trabajadores agrícolas en la actividad de trasplante de posturas de arroz en una piscina o dique.

Figura 5. Trasplante manual de arroz realizado por varios trabajadores



Fuente: Macan-Markar (2017).

Para el trasplante manual se toma la postura con los dedos pulgar e índice, debiéndose proteger las raíces con los tres dedos restantes y se introduce en el fango, como máximo hasta 3 cm de profundidad, con el objetivo de evitar daños a la raíz de la postura.

## Ventajas

- Mayor aprovechamiento del área.
- Ahorro de semilla, agua, fertilizante, herbicidas.
- Tiende a evitar el acamado de las plantas.
- Favorece el control de las malezas.
- Mejor desarrollo de la planta y macollamiento.

## Desventajas

- Comparado con la siembra directa su desventaja radica en la necesidad de disponer de mayor fuerza de trabajo al momento de la plantación, en caso de no disponer de máquinas trasplantadoras.

Para el trasplante mecanizado se dispone de diferentes modelos de máquinas trasplantadoras de variada capacidad de trabajo que disminuyen los costos de producción y no se requiere de alto esfuerzo físico. Los modelos de estas máquinas cambian con frecuencia, ya que los fabricantes introducen tecnologías más avanzadas que mejoran la capacidad productiva de estos equipos. En la Figura 6 se aprecian diferentes modelos de máquinas trasplantadoras de arroz Kubota, las cuales existen en Ecuador.

Figura 6. Diferentes modelos de máquinas trasplantadoras de arroz.



Fuente: NPUST (2016).

## Manejo del agua en el área trasplantada

Al momento de efectuarse el trasplante y unos días posteriores a éste deberá mantenerse una lámina de agua muy pequeña, hasta que las plántulas desarrollen su sistema de raíces, lo que contribuirá a una correcta absorción de nutrientes, así como garantizar el sostén requerido que proteja a la planta del acamado, caída o vuelco por efecto del viento o lluvia fuerte.

## Época de siembra

La época de siembra adecuada para el cultivo de arroz depende del sistema de cultivo que el productor maneje y las condiciones climatológicas de la zona; la misma se suele dividir en dos ciclos: época lluviosa (enero-abril) y época seca (mayo-diciembre). En el sistema en secano la época más apropiada se encuentra determinada por el inicio de las máximas precipitaciones, debiéndose realizar la siembra junto con las primeras lluvias, a finales de diciembre y enero, además se aprovecha que la temperatura del suelo sea favorable para lograr una germinación uniforme y un buen desarrollo vegetativo del cultivo.

En sistemas de manejo por aniego o inundación puede sembrarse en cualquier época del año, es por ello, que el mayor porcentaje de arroz se cultiva de esta manera (Maclean *et al.*, 2002).

## Densidad de población

La densidad de población es determinante en el cultivo de arroz para obtener una producción óptima, por lo que deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

- La variedad de arroz a sembrar.
- La época de siembra.
- La fertilidad del suelo.

Los resultados del programa de manejo del Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (FLAR), en campos comerciales de varios países, indican claramente la necesidad de obtener entre 120 y 200 plantas por metro cuadrado, para que las mismas puedan responder a la fertilización requerida y así obtener una alta productividad.

En la Figura 7 se observa una plantación de arroz con alta densidad poblacional, lo cual puede conducir a realizar un control adecuado de malezas, lo cual influirá de manera positiva en el incremento de la producción.

Figura 7. Campo de producción comercial de arroz con alta densidad de población en pleno desarrollo. No se observa presencia de malezas.



Fuente: DICTA (2003).

## Variedades

Actualmente existe gran cantidad de variedades de arroz que difieren unas de otras en cuanto al tipo y altura de planta, color y aspecto del follaje, forma de la espiga, caída de los granos o desgrane, días a la madurez, calidad del grano, incluyendo las características de molinado y de cocción del grano. Asimismo, algunas variedades son más tolerantes que otras a las condiciones adversas de suelo y agua, al ataque de insectos plagas y patógenos (DICTA, 2003). Las características más sobresalientes de las nuevas variedades de arroz son:

- Alto potencial de rendimiento.
- Resistencia al acame (tallos más rígidos y de altura media).
- Alta respuesta a la aplicación de fertilizantes.
- Buena capacidad de macollamiento.
- Tolerancia o resistentes a las plagas
- Posicionamiento vertical de las hojas, permitiendo la entrada de mayor radiación solar.

En Ecuador las siembras iniciales de arroz se realizaron con materiales criollos y variedades introducidas de Colombia, como la Oryzica 1. El Programa Nacional del Arroz del INIAP ha entregado variedades de arroz provenientes de diferentes orígenes, como:

- INIAP 2, INIAP 6 de origen IRRI-Filipinas (entregadas en 1971).
- INIAP 7, INIAP 415, INIAP 10, INIAP 11, INIAP 12 de origen CIAT-Colombia (entregadas en 1976, 1979, 1986, 1989, 1994 respectivamente).
- INIAP 14 de origen IRRI-Filipinas (entregada en 1999).
- INIAP 15, INIAP 16, INIAP 17 e INIAP 18 de origen INIAP-Ecuador (entregadas en 2006, 2007, 2010 respectivamente).
- INIAP FLO1.

Las variedades INIAP 11, INIAP 12, INIAP 14, INIAP 15, INIAP 16, INIAP 17 e INIAP 18 son precoces y permiten realizar la siembra directa, bajo condiciones de riego en tres ciclos al año. La obtención de estas variedades ha contribuido para que, desde el año 1990, el país sea autosuficiente en arroz y exporte los excedentes principalmente a Colombia. Ya en el 2015, el 90% de la superficie arrocería del país, estaba ocupada con variedades INIAP (INIAP, 2015).

## Características de las variedades de arroz

Según DICTA (2003) las variedades de arroz deben reunir un grupo de características que se describen a continuación:

### Vigor

Las plantas deben presentar buen vigor desde el inicio del cultivo, de esta forma compiten mejor con las malezas al inicio de la plantación.

### Altura de planta

Se prefieren las variedades con alturas intermedias entre 90-120 cm, ya que son más resistentes al acame o al vuelco por efecto de la lluvia o el viento en la época de cosecha.

### Macollamiento

Las variedades con mayor capacidad de macollamiento o ahijamiento, son más compactas y tienden a producir más grano que las que macollan poco.

### Hojas verticales

Cuando las hojas están posicionadas en un ángulo más oblicuo (vertical) respecto al tallo, permiten mayor interceptación y distribución de la radiación solar dentro del follaje de la planta, que aquellas variedades con hojas más horizontales, lo que se traduce en una mayor producción de grano. Aparte de lo anterior las hojas superiores causan menos sombreado en las hojas inferiores y retienen menos agua libre en el follaje después de una lluvia, lo cual es una ventaja para evitar la proliferación de enfermedades.

### Largo de la hoja

Generalmente las variedades de altura intermedia, tienen también hojas de tamaño corto, lo cual es una característica deseable ya que se reduce el sombreado entre las hojas.

## **Senescencia**

Se considera que las variedades, en las que las hojas permanecen por más tiempo de color verde (senescencia tardía), a la madurez del cultivo, son más productivas que las de senescencia temprana.

## **Hoja bandera**

Se prefieren aquellas variedades que tengan las hojas banderas más verticales y largas, debido a que suministran más fotosintato (alimento) a la panícula, en la etapa del llenado del grano.

## **Forma de la panícula**

Se prefieren variedades con panícula compacta en relación con variedades de panículas sueltas.

## **Duración del período de llenado del grano**

En general el período de llenado del grano dura entre 30-40 días; se prefieren variedades con mayor tiempo de llenado del grano.

## **Días a la madurez**

Se prefieren variedades de 120-140 días desde la germinación a la cosecha. Variedades con ciclos de cultivo más cortos no superan rendimientos superiores a 4,90 t/ha, aún en las mejores condiciones de cultivo, debido a que la fase vegetativa es muy corta para acumular suficiente fotosintato (alimento) y producir mayores rendimientos de grano.

## **Arista en el grano**

Por lo general las variedades con granos sin aristas largas o muy pronunciadas, tienen buena aceptación por los productores.

## **Latencia o período de reposo**

Este término indica el porcentaje de germinación de las semillas viables cuando el grano alcanza el estado de madurez fisiológica. Este índice es muy importante en la producción, procesamiento y almacenamiento de la semilla. Las nuevas variedades casi siempre muestran una latencia de unas cuatro semanas, lo cual debe tenerse en cuenta cuando se va a utilizar semilla recién cosechada.

## **Longitud del grano**

Se prefieren variedades con granos largos o extra-largos de 7,0 a 7,5 mm de longitud en cáscara y de 6,5 a 7,0 mm en granos descascarados.

## **Centro blanco**

Se prefieren granos que, una vez molinados o blanqueados, tengan una apariencia traslúcida o con un porcentaje bajo de centro blanco.

## **Índice de pilado o rendimiento de molino**

Este término se indica la proporción de grano limpio sobre la cantidad de cáscara, una vez descascarado el grano. Se acepta un rendimiento de molino de 65% como mínimo.

## **Índice o relación de entero/quebrado**

Es la proporción de granos enteros con relación a los granos quebrados, una vez que se ha molinado o blanqueado el grano de arroz. Proporciones arriba de 80 granos enteros son deseables. Debe de tenerse en cuenta que el índice entero/quebrado depende, en gran medida, del manejo del cultivo, de las condiciones de la cosecha, desde luego, del manejo postcosecha y del secamiento del grano. Por lo tanto, el índice de entero/quebrado no depende solamente de las características de la variedad sino también del manejo pre-cosecha del cultivo y del manejo postcosecha del producto.

## Componentes de rendimiento

Los componentes de rendimiento son los índices que determinan la productividad o rendimiento del cultivo en cuanto a los quintales por manzana o toneladas por hectárea que se cosechan en la plantación y dependen no solamente de la variedad, sino también del manejo agronómico del cultivo, el cual se describe a continuación:

- El número de panículas o espigas por unidad de área ( $m^2$ ): este componente se determina en la fase vegetativa del cultivo y depende del número de hijuelos o talluelos por planta que producen espigas con granos llenos, que a la vez también depende de la densidad de siembra del cultivo.
- El número de granos llenos por panícula o espiga: se determina en la fase reproductiva, desde que se inicia el primordio floral hasta la emergencia de la panícula (floración). En la diferenciación de las células reproductivas que ocurre entre los 14 y los 7 días antes de la floración, la planta de arroz es muy sensible a las condiciones climáticas adversas, principalmente a las temperaturas menores de los  $20^{\circ}C$ .
- El peso promedio de 1000 granos (14% de humedad): se determina en la fase de maduración. Incluye desde la floración, llenado del grano hasta la cosecha. Algunas variedades expresan un mayor peso promedio de 1000 granos (30 g), comparadas con otras cuyo peso promedio de 1000 granos es de 28 g o menos.

## Calidad culinaria o índice de cocción

Esta característica del grano de arroz está determinada, principalmente, por el contenido de amilosa en el grano. Con un mayor porcentaje de amilosa, los granos permanecen sueltos y secos después de cocinados. Lo contrario ocurre con variedades con bajo contenido de amilosa, donde los granos permanecen pegajosos después de cocinados. El contenido de almidón (amilosa) del arroz guarda una estrecha relación con la calidad de cocción. Por ejemplo, las variedades de

grano largo que se cultivan típicamente en los E.U.A. tienen un contenido de amilosa relativamente alto y el arroz después de cocinado, permanece seco y suelto, en cambio las variedades cultivadas en el Asia tienen un contenido bajo en amilosa y los granos tienden a pegarse después de cocinarse.

## Atenciones culturales

Las atenciones culturales tanto para el cultivo bajo inundación o en secano se concentran en fertilización, riego de agua y control de malezas.

## Fertilización

Las recomendaciones de fertilización deben tomar en cuenta las características de los suelos en cada unidad de producción, la variedad a utilizar, la época de siembra, manejo del agua y el control de plagas.

Para definir el manejo nutricional de una variedad determinada se debe tener un claro entendimiento de las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo y las necesidades nutricionales para cada una de estas etapas. Las cantidades de fertilizante recomendadas deben ser consideradas como una guía y no como cantidades rígidas.

Los costos de producción en el cultivo del arroz, según diversas fuentes, atribuyen a la fertilización entre el 10 y el 15% del costo total (Quintero *et al.*, 2016); sin embargo, realizar un adecuado diagnóstico de la fertilidad del suelo, a través de una toma de muestras y análisis de laboratorio altamente calificado, permitirán determinar el tipo de nutriente y las cantidades que se deben aplicar para restituir lo que se exporta con la cosecha.

El fósforo y el potasio se pueden aplicar todo de una sola vez en la preparación del suelo como una fertilización de fondo o en el momento de realizar la plantación, mientras que el nitrógeno se debe fraccionar al menos en dos aplicaciones, al inicio del ahijamiento, 35 o 45 días después de la

siembra, cuando la planta se encuentra en pleno desarrollo vegetativo y al inicio de la floración (JISA, 2014).

Las aplicaciones altas y tardías de N no son beneficiosas porque alargan el ciclo del cultivo, se estimula el acamamiento o volcamiento de las plantas que ocasiona grandes pérdidas, disminuyen la calidad del grano e incrementan las posibilidades de infecciones de enfermedades como la Las atenciones culturales (Rodríguez, 1999), sin embargo, una alternativa ecológica para la fertilización nitrogenada es el empleo de ciertas bacterias y algas que realizan fijación biológica de nitrógeno (Montaño, 2005).

En investigaciones realizadas por Quintero *et al.* (2016) la respuesta a N fue generalizada en todos los ensayos, obteniéndose en promedio 1617 kg de arroz por hectárea, con una conversión de 25 kg de grano por kg de N aplicado, lo que demuestra la importancia de este elemento en la fertilización del arroz. En este ensayo la fertilización se realizó con Urea (46%), Superfosfato triple (46%) y Cloruro de potasio (60%); utilizados como fuente de N, P y K, respectivamente y fue fraccionada en tres momentos (a los 20, 35 y 70 días después del trasplante) en los cuales se aplicó un 30, 40 y 30% de la dosis total de cada fertilizante, respectivamente. La dosis total aplicada fue de 185 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno, 75 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo y 90 kg ha<sup>-1</sup> de potasio.

Según Núria *et al.* (2013), el cultivo del arroz realiza una extracción por parte del grano de 14,0 kg de N; 5,0 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 3,0 kg de K<sub>2</sub>O por cada tonelada de arroz producida, valores que se incrementan significativamente cuando se realizan las determinaciones junto con la paja. El grano es el que mayor contenido de nitrógeno extrae del suelo, seguido del fósforo y el potasio, mientras en la paja se concentra la mayor extracción de potasio (Tabla 1).

Tabla 1. Extracciones de NPK realizadas por una tonelada de arroz.

| kg/t de arroz                   | Nitrógeno (N) | Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | Potasio (K <sub>2</sub> O) |
|---------------------------------|---------------|--|----------------------------|
| Extracciones del grano          | 14            | 5  | 3                          |
| Extracciones del grano más paja | 22            | 8  | 23                         |

Fuente: Núria *et al.* (2013).

Una planta bien nutrida posee varias ventajas en cuanto a su resistencia a las plagas con relación a una planta con deficiencia nutricional, y dentro de los elementos minerales, el silicio es considerado un elemento benéfico para las plantas (Castellanos *et al.*, 2015) pues contribuye a la reducción de la intensidad del ataque del agente nocivo en varios cultivos (Malavolta, 2006) .

Los requerimientos de algunos nutrimentos (ingrediente activo) de una plantación de arroz, para producir 1 t·ha<sup>-1</sup> de granza (residuos de cáscara) y 1, 3,9 y 5-8 t·ha<sup>-1</sup> de arroz se muestran en la Tabla 2 (DICTA, 2003).

Tabla 2. Requerimientos nutricionales del cultivo de arroz para producir 1 t/ha de granza y 1, 3,9 y 5.8 t/ha<sup>1</sup> de arroz.

| Nutriente                     | Necesidades en kg/ha para 1 t de granza/ha. | Necesidades en kg/ha para producir 1 t de arroz/ha. | Necesidades en kg/ha para producir 3,9 t de arroz/ha. | Necesidades en kg/ha para producir 5,8 t de arroz/ha. |
|-------------------------------|---|---|---|---|
| N                             | 21  | 20,7  | 83,1  | 124,6   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 6   | 6,5   | 26,0  | 38,0  |
| K <sub>2</sub> O              | 26  | 26.0  | 103.0   | 156.0   |
| Ca                            | 5-7   | 4.5-7,1   | 18.2-28,5   | 27.3-30,0   |
| Mg                            | 4-6   | 3.2-5,8   | 13.0-23,4   | 19.5-35,0   |

Fuente: DICTA (2003). Adaptado por Pérez 2018.

Con estos datos se puede deducir que una fertilización apropiada para una plantación de arroz, pensando en una producción de unas 4.0 t/ha<sup>-1</sup>, se requieren aproximadamente de 80,0 kg/ha de N; 26,0 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 103.0 kg/ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Las dosis de fertilizante recomendadas deben ser consideradas como una guía y no como cantidades rígidas. Para un uso más eficiente de los fertilizantes se aconseja realizar análisis de suelo, con la finalidad de conocer el estado nutricional del mismo, suministrando sólo las cantidades requeridas, lo cual resulta más económico y no se perjudica el ambiente.

## Fuentes de fertilizantes minerales

Para el suministro de fósforo y potasio se utilizan fertilizantes solubles como superfosfatos y cloruro de potasio respectivamente, mientras para el N se recomienda utilizar la urea con 46%. Este producto alcanza una mayor importancia en condiciones inundadas, ya que el nitrógeno amoniacal es retenido por las arcillas en la zona de reducción, liberándose lentamente para que sea disponible para la planta de arroz; por el contrario, una fuente nítrica influye en la pérdida por desnitrificación al transformarse en  $N_2$ , liberándose en forma de gas. El Nitrato de Amonio, con 33,5% de N, se utiliza principalmente en condiciones de secano.

## Riego

El arroz ocupa el segundo lugar en área cultivada a nivel mundial, es superado solamente por el trigo; sin embargo, es el principal alimento y el mayor cultivo agrícola irrigado. A diferencia de otros, el arroz es producido bajo condiciones de inundación en extensas regiones del mundo. Por lo tanto, el conocimiento cuantitativo del balance de agua del arrozal es un prerrequisito para un eficiente uso del agua.

El arroz es el único cereal que puede sobrevivir períodos de inundación en agua, gracias a la adaptación que han desarrollado las plantas a lo largo de siglos. Los sistemas de producción de arroz necesitan agua para tres propósitos principales: evapotranspiración, infiltración y percolación, prácticas específicas de manejo de agua, como la preparación del terreno, el control de malezas y el crecimiento y desarrollo de la planta (Renault, 2004).

Cerca del 50% de la superficie cultivable de arroz en el mundo no cuenta con agua suficiente para mantener las condiciones de inundación. El estrés por sequía intermitente en las etapas críticas de desarrollo del cultivo puede provocar una considerable reducción del rendimiento (Bernier *et al.*, 2008). La inundación provoca cambios fisiológicos, físico-químicos y microbiológicos en la interacción suelo-planta-agua que se refleja en los procesos fenológicos del cultivo (Winkel *et al.*, 2013). Por tanto, resulta importante trabajar en la búsqueda de alternativas de manejo de agua que permitan mantener o incrementar la producción de este cereal.

El riego, para que sea efectivo en la productividad del cultivo, implica no solamente aplicar un suministro adecuado y controlado de agua de buena calidad, sino que también se pueda efectuar un desagüe eficiente cuando haya agua en exceso o drenar el terreno para realizar algunas labores agrícolas como la preparación de tierras o la cosecha de la plantación (DICTA, 2003).

## Manejo de la lámina de agua

El manejo de la lámina de agua comienza con una buena nivelación del terreno, que permite tener igual nivel o altura de agua en todos los puntos de la piscina o dique (Figura 8).

Figura 8. Nivelación del terreno con láser para la siembra de arroz por inundación



Fuente: Blázquez (2006).

## Altura de agua al momento de la siembra

A la siembra es suficiente una lámina de 5 cm para aumentar la temperatura del agua.

## Inicio de macolla a plena macolla

Desde inicios de macolla se debe mantener una altura de agua no menor a 10 cm hasta finales de plena macolla, siempre evitando que la yema terminal del tallo quede sumergida.

## Plena macolla a floración

A finales de plena macolla se debe subir el nivel de agua a 20-25 cm hasta floración.

## Floración, madurez del cultivo y secado de la piscina o dique

Después de plena floración se debe mantener el cultivo inundado. Una altura de entre 5 y 10 cm es ideal ya que permite suficiente humedad para completar el llenado de grano y, a la vez, un mayor secado del suelo al momento de la cosecha. En general, se puede decir que se deberá mantener el cultivo inundado hasta que los granos del tercio superior de la panícula estén duros, pero el momento exacto depende de las características del drenaje del suelo (Fundación Chile, 2011).

Estudios realizados por Ruiz *et al.* (2016) en relación con el manejo de la lámina de agua en el cultivo del arroz mostró que, cuando fue suspendida se incrementó el rendimiento agrícola entre un 16 y 32% con respecto al control inundado, además el rendimiento industrial fue de un 67%, con un 58% de granos enteros cuando se suspendió la lámina de agua durante 15 días, a los 30 días de realizado el trasplante. Este investigador logró un ahorro de agua mediante la sus-

pensión de la lámina de agua aproximadamente de 1931,4 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, con respecto al tratamiento inundado en todo su ciclo (7321,20 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). La suspensión de la lámina de agua a los 30 días después del trasplante permitió una productividad del agua de riego superior a 1 kg de arroz por m<sup>3</sup> de agua, recomendando la suspensión del aniego permanente a los 30 después del trasplante, por un periodo de 15 días, momento en el cual se repone la lámina de agua hasta los 15 días antes de la cosecha del grano.

Por su parte DICTA (2003) indica que un suministro mínimo de un litro de agua/segundo, durante 24 horas/ha, es suficiente para un cultivo de arroz bajo riego, siempre y cuando los índices de evaporación, infiltración y filtración se mantengan al mínimo junto a un buen manejo del riego en la plantación.

En un estudio realizado con el objetivo de evaluar el efecto del manejo del agua de riego en el rendimiento agrícola e industrial del arroz por la tecnología de trasplante. Se evaluaron plantas que permanecieron en condiciones inundadas durante todo su ciclo y plantas que se sometieron a suspensión de la lámina de agua por un periodo de 15 días en tres momentos diferentes de la etapa de ahijamiento. La suspensión de la lámina de agua incrementó el rendimiento agrícola entre un 16 y 32%, con respecto al control inundado y el rendimiento industrial fue de un 67%, como promedio. Los porcentajes mayores de granos enteros se lograron en los tratamientos sometidos a suspensión de la lámina, alcanzándose los mejores resultados con la suspensión a los 30 DDT. Este manejo permitió un ahorro de agua aproximadamente de 1931,4 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respecto al tratamiento inundado. El agua ahorrada pudiera incrementar el área bajo riego en un 11,19% para el cultivo del arroz.

## Ventajas del cultivo inundado

El cultivo de arroz en condiciones de inundación presenta ciertas ventajas con relación al cultivo de secano (DICTA, 2003), las cuales se relacionan a continuación.

- La planta se afecta menos por las variaciones extremas de temperatura.
- Se favorece la disponibilidad de nutrientes en el suelo
- Se reduce la emergencia de malezas o controla otras que no sobreviven en condiciones de inundación.
- Se favorece la fijación de nitrógeno por las algas verdes u otros microorganismos.
- Se incrementa la disponibilidad de fósforo debido a la reducción del fosfato férrico a fosfato ferroso, así la asimilación de fósforo es significativamente mayor en comparación a un suelo no inundado.

## Control de malezas

### Principales malezas

En la Tabla 3 se exponen las principales malezas que pueden afectar al cultivo de arroz, y las especies que mayor importancia presentan en relación con la magnitud del daño que realizan en Ecuador, las cuales se encuentran dentro de las familias Cyperaceae y Poaceae (Degiovanni *et al.*, 2010).

Tabla 3. Principales especies de malezas que pueden afectar al cultivo de arroz.

| Familia                 | Especie  |
|-------------------------|--|
| Amaranthaceae           | 1. <i>Amaranthus dubius</i> Mart. ex Thell.  |
| Asteraceae (Compositae) | 2. <i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk.   |
| Caesalpinaceae          | 3. <i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby  |
| Commelinaceae           | 4. <i>Commelina erecta</i> L.<br>5. <i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Brenan   |
| Cyperaceae              | 6. <i>Cyperus esculentus</i> L.<br>7. <i>Cyperus iria</i> L.<br>8. <i>Cyperus rotundus</i> L.<br>9. <i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl |
| Euphorbiaceae           | 10. <i>Caperonia palustris</i> (L.) A. St. Hil.  |
| Fabaceae                | 11. <i>Macroptilium lathyroides</i> (L.) Urban   |
| Limnocharitaceae        | 12. <i>Limnocharis flava</i> (L.) Buchenau   |

Fuente: Degiovanni *et al.* (2010).

### ***Echinochloa spp.***

Constituye la maleza más importante en el cultivo del arroz, debido a que puede afectar considerablemente el rendimiento del cultivo.

Comúnmente conocida como arrocillo, pata de gallina, mete bravo, grama pintada o armilán, en dependencia de la región donde se desarrolle, presenta una alta diversidad de especies, y se encuentra distribuida en todos los países productores de arroz.

Es una planta anual que crece en pequeñas macollas, a veces postrada, para posteriormente erguirse hasta 1 m de altura, presenta una raíz fibrosa y hojas con vainas lampiñas, limbos de 10-15 cm de largo, a veces con bandas purpúreas rojizas en la base. Inflorescencia en panojas de 5-15 cm y racimos de 1-2 cm. Fruto redondeado, verde, apretado en cuatro hileras (Figura 9). Se propaga por semillas, puede producir más de 5.000 por planta (Díaz *et al.*, 2004).

Figura 9. Diferentes estadios de *Echinochloa* spp., la maleza más importante que afecta el cultivo del arroz



Fuente: Rodríguez *et al.* (1988).

Es hospedante de las plagas *Leucania* spp., falso medidor de las hierbas, bórer, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller); *Trionymus radicolica* Morr. Puede ser utilizada en la alimentación animal (Rodríguez *et al.*, 1988).

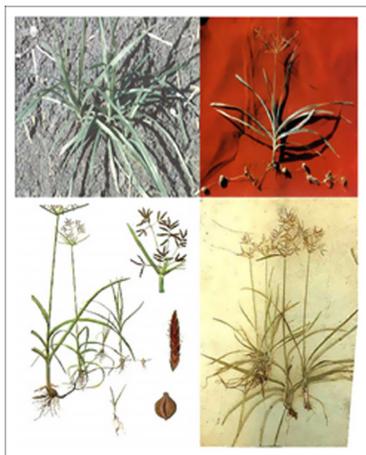
Las formas de control de esta maleza son manual, cultivo de desyerbe y tratamientos químicos realizados en pre y post-emergencia temprana antes de la germinación; los tratamientos se pueden realizar en seco, 1-2 días antes de la inundación para efectuar la siembra, o después de esta con el campo inundado (Rodríguez *et al.*, 2012). Por su emergencia escalonada precisa de tratamientos repetidos. Por la escasa persistencia de los productos que la controlan es muy difícil su control por esta vía.

## Cyperáceas

Las especies de esta familia de malezas son difíciles de controlar y constituyen una seria amenaza en el primer mes de vida del cultivo, debido a su rápido crecimiento y reproducción, la cual puede ser por semilla botánica, rizomas y estolones, además posee un bulbillo que le permite permanecer en el suelo por varios años hasta que las condiciones le permiten la germinación y emergencia de una nueva planta.

Dentro de la familia Cyperaceae se encuentra *Cyperus rotundus* L., la cual constituye una de las principales especies que afectan al cultivo de arroz; comúnmente se denomina como coquito, coquillo, cebollín, cebolleta o corocillo, en relación a la región o país de desarrollo; se encuentra diseminada desde Virginia a Argentina, Las Antillas, Hawái, Japón, Filipinas, Taiwán, Indonesia, Tailandia, Fiji, Malasia y Nueva Caledonia. Compite con el arroz por nutrientes, agua, espacio y luz, sobre todo en la fase de germinación hasta la elongación del tallo del arroz (FAO, 2005). Es una planta perenne, que puede alcanzar hasta 50 cm de altura, con hojas basilares y estrechas. Tiene un fuerte efecto alelopático. Subestimada por los productores bajo la falsa premisa de que no interfiere con el cultivo, es capaz de absorber significativas cantidades de nutrientes del suelo (Figura 10).

Figura 10. Diferentes estadios en el ciclo biológico de *C. rotundus*.



Fuente: Rodríguez *et al.* (1988).

El hábitat más común de *C. rotundus* son suelos húmedos y de cultivos, donde se desarrolla adecuadamente. Se propaga por tubérculos y rizomas que se distribuyen hasta los 30 cm de profundidad; además se reproduce por semillas (menos de 100 por planta) en cortos períodos de tiempo, por sus tubérculos (bulbos) y por rizomas subterráneos que resulta la vía básica. Es hospedante de las plagas *Conoderus*

sp., *Diatraea saccharalis* (Fab.), *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller), *Aenolamia varia* (F.) y *Sipha flava* (Forbes). (Díaz et al., 2004).

Su control se efectúa de forma mecánica y por limitación, mediante la utilización de algunos herbicidas en tratamientos correctivos (Rodríguez et al., 2012).

### Arroz salvaje (Zizania)

El arroz salvaje o silvestre es otra maleza que causa afectaciones en el cultivo del arroz, debido a que ocasiona altas pérdidas económicas. Al igual que las variedades de arroz comerciales, este tipo de arroz procede de la especie *O. sativa*, sin embargo, su surgimiento se debe a la facilidad de retrogradación hacia los orígenes genéticos de las variedades cultivadas, por lo que es muy difícil su control con productos químicos (Figura 11 A y B).

Figura 11. A. Arroz salvaje en fase de crecimiento. B. Arroz salvaje en fase de floración.



A

B

Fuente: DICTA (2003).

Varias especies del género *Oryza* se comportan como malezas, aun cuando comparten muchas de las características de las variedades de arroz cultivado. Son indeseables, en primer lugar, porque sus semillas pueden fácilmente caer antes de la cosecha del cultivo y permanecen latentes en el

suelo por un largo tiempo. Las variedades de los arroces-maleza son similares a las variedades comerciales, tanto en lo que se refiere a la morfología de la planta como a la tolerancia a los herbicidas. Debido a su alta capacidad competitiva, esta maleza puede afectar notoriamente el rendimiento del cultivo.

El control del arroz-maleza no puede encontrarse condicionado al empleo de un solo método, sino que debe centrarse en un programa de manejo integral, basado en una combinación apropiada de medios preventivos, genéticos, culturales, mecánicos y químicos (Vidotto *et al.*, 2001).

Las prácticas preventivas incluyen el uso de semillas de arroz libres de semillas de arroz-maleza y de equipos de trabajo y maquinaria limpios, lo cual constituye el punto de partida para una aplicación exitosa de otros medios de control. Entre las prácticas culturales, la rotación de cultivos es frecuentemente la mejor forma de reducir infestaciones severas de arroz-maleza.

En los casos de cultivos continuados de arroz en un mismo predio, se puede obtener un control efectivo de las malezas, al dejar el campo en estado de reposo para estimular la germinación de las semillas de las malezas y destruir sus plántulas por medio de rastreadas o con herbicidas (FAO, 2017).

### **Malezas de enredadera**

Conocidas comúnmente como bejucos, son plantas perennes pertenecientes a la familia convolvulaceae, que cuenta con varias especies, dentro de las cuales se puede encontrar a *Ipomoea trifida* (Kunth) D. Don; *Ipomoea tiliacea* (Willd.) Choisy. *Ipomoea ramonii* Choisy.; pueden causar grandes daños en cultivos económicos como el arroz, maíz, yuca, caña de azúcar, café, cacao y frutales, entre otros, debido a su hábito de crecimiento trepador que le permite envolver y oprimir a las plantas de no controlarse oportunamente (Rodríguez *et al.*, 1988).

Planta anual de tallo voluble en forma de bejuco, que puede alcanzar 2 m o más de altura, con raíz pivotante a veces tuberosa y hojas acorazonadas acuminadas. Las flores presentan forma de campana y son de color púrpura rosado. Fruto en cápsula locular y semillas lampiñas (Díaz *et al.*, 2004), pequeñas y de color negro que contaminan el arroz (Figura 12). Se reporta como hospedante del falso medidor de las hierbas, en su fase de crisálidas, *Albugo ipomoeae-panduratae* (Schw.) y *Cercospora ipomoeae* Wint. (Chinea *et al.*, 2011); son muy difíciles de eliminar, el control puede ser con herbicidas selectivos para malezas de hoja ancha (2,4-D amina), cultivo de desyerbe mecanizado en sus primeros estadios o de forma manual arrancándolas de raíz (Rodríguez *et al.*, 2012).

Figura 12. Especie de convolvulácea en diferentes estados fenológicos.



Fuente: Rodríguez *et al.* (1988).

## Daños que provocan las malezas

Las malezas constituyen el principal problema en el cultivo de arroz, para la FAO (2005) constituye uno de los principales indicadores de reducción en la producción, al estimar un decrecimiento en el rendimiento del grano entre el 20 y 30%, mientras que Medrano *et al.* (1999) estipulan un 20% de gastos dentro de los costos de producción totales planificados para el cultivo de arroz.

Sin embargo, Chaudhary *et al.* (2003) argumentan que la presencia masiva de malezas puede reducir los rendimientos del arroz hasta un 50%.

Se estima que en Ecuador el 70% de las pérdidas de la producción de arroz se debe a la competencia causada por las malezas; debido a ello, es importante que el productor planifique de forma adecuada los recursos para su control y lo efectúe de manera eficiente y eficaz.

Las malezas son más competitivas cuando el cultivo es pequeño. Las etapas de macollamiento y formación del primordio floral son momentos críticos en los cuales la presencia de malezas dentro del campo de arroz produce las mayores afectaciones a la producción futura. Por lo tanto, es esencial controlarlas en esta fase de desarrollo, o de forma preventiva, cuando se efectúa la preparación del suelo para la siembra.

La presencia de las malezas en el cultivo del arroz causa dos tipos de daños; los directos los que resultan de la interferencia con el desarrollo del arroz, la cual comprende distintas interacciones negativas que surgen entre las plantas, tales como competencia (por espacio, luz, nutrientes y agua), alelopatía o parasitismo. Esta reduce el crecimiento del arroz y el rendimiento en granos; y los indirectos son ocasionados cuando constituyen hospederos a insectos plagas y enfermedades, que afectan la cosecha y reducen la calidad culinaria del grano (Meneses *et al.*, 2001).

Dentro de un cultivo de arroz se estiman a las malezas dependiente de su cantidad existente dentro del campo de cultivo, así se tienen a las malezas del tipo dominante, secundaria, poco frecuentes y raras (Degiovanni *et al.*, 2010).

## Métodos de control de malezas

### Control manual

Consiste en eliminar las malezas a mano y es un método que requiere de gran esfuerzo físico, es costoso y de baja productividad, aunque es eficiente de realizarse de manera adecuada y oportuna.

En la Figura 13 se muestra el control manual de malezas en una plantación de arroz, que se encuentra a punto de iniciar la fase de floración.

Figura 13. Control manual de malezas en una plantación de arroz en condiciones de secano.



Fuente: DICTA (2003).

### Control mecánico

Consiste en la utilización del azadón, cultivadoras (de tracción animal o tiradas por tractor), o chapeadoras. Produce buenos resultados de realizarse cuando las malezas presentan una altura menor a 15 cm y pueden controlarse totalmente al extraerse con su raíz; sin embargo, debido a que en muchas ocasiones lo que se realiza es un corte al nivel del suelo, se realiza un control momentáneo debido a la capaci-

dad de rebrote que las caracteriza. Esta labor facilita realizar el aporque de las plantas, práctica que presenta varias ventajas dentro de las que se encuentran estructurar el suelo y disminuir compactación, mejorar aireación y el drenaje, incrementar el área a explorar por las raíces, favorecer el anclaje de las plantas, entre otras (Figura 14).

Figura 14. Control mecánico de malezas en el cultivo del arroz en condiciones de secano, realizado con yunta de bueyes e implemento de tracción animal.



Foto: Casimiro (2008).

## Control cultural

Es cuando se realiza un grupo de prácticas culturales entre las que se encuentran preparación adecuada del suelo, utilización de semillas de buena calidad, manejo de la lámina de agua, rotación de cultivos, las cuales son válidas para ambos métodos de siembra, para el caso de la siembra en secano se agrega intercalamiento de cultivos y uso de cultivos de cobertura.

## Control químico

Es aquel que se desarrolla mediante la utilización de herbicidas; es el método más eficaz, en su control se incluyen, además, de las malezas del cultivo, las que se encuentran en los canales de riego, terraplenes, lomos de los diques, las cuales constituyen fuente de invasión primaria de malezas y hospedaje de posible plagas y enfermedades.

Los métodos químicos de control de malezas se usan con mejores resultados en un sistema de manejo integrado de malezas en el cual los métodos culturales también son importantes.

En la Figura 15 se muestra el control de malezas en arroz por medios químicos, con la utilización de herbicidas selectivos, el cual requiere de menor esfuerzo físico, es de alta productividad, menos costoso y eficiente; aunque se deben tomar todas las medidas posibles para reducir su uso, debido a las afectaciones que provoca al ambiente.

Figura 15. Control químico de malezas en el cultivo del arroz en condiciones de inundación.



Fuente: DICTA (2003).

## Referencia bibliográfica

- Bernier, J., Atlin, G. N., Serraj, R., Kumar, A., & Spaner, D. 2008. Breeding upland rice for drought resistance. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 88(No. 6), 927-939. ISSN 1097-0010. DOI 10.1002/jsfa.3153.
- Blázquez, M. 2006. *El manejo del riego en el cultivo del arroz*. Organización para estudios tropicales. Instituto de aprendizaje AVINA.
- Brumovsky, L. A. 2011. Arroz (*Oryza sativa* L.). Presentación disponible en: <http://www.es.scribd.com/doc/125191945/Arroz-2011>.
- Castellanos, L., de Mello, R., & Silva, C. N. 2015. El Silicio en la resistencia de los cultivos. *Cultivos Tropicales*, 36(1).
- Chaudhary, R., Nanda, J., & Tran, D. 2003. *Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz*. Roma: Comisión internacional del arroz Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Chinea, A., Rodríguez, E., Pérez, G., & Cabrera, M. 2011. *Inventario de enfermedades de la caña de azúcar detectadas en Cuba y estrategias para su control*. La Habana, Cuba: Memorias de evento. OCIENCIAS 2011. UNAH, ISSN 978-959-16-1367-7.
- Chinea, A., Rodríguez, E., Pérez, G., & Cabrera, M. 2011. *Inventario de enfermedades de la caña de azúcar detectadas en Cuba y estrategias para su control*. La Habana, Cuba: Memorias de evento. OCIENCIAS 2011. UNAH, ISSN 978-959-16-1367-7.
- Cubillos, A., & Barrero, O. 2010. Diseño e implementación de una estrategia de control predictivo para el secado de arroz Paddy. *Revista Facultad de Ingeniería Universitaria. Antioquia. Print versión. ISSN 0120-6230.*, 56(Oct./Dec.).
- Degiovanni, V., Martínez, C., & Motta, F. 2010. *Producción Eco. Eficiente del Arroz en América Latina* (Vol. I). Cali, Colombia: CIAT.
- Díaz, J. C., Rodríguez, I., Hernández, S., Valdez, A., García, I., Hernández, F., Jiménez, F. 2004. *Generalización del sistema de toma de decisiones para el control integral de malezas en caña de azúcar*. La Habana, Cuba: Fórum nacional de ciencia y técnica.

- DICTA. 2003. *Manual técnico para el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) para extensionistas y productores*. Comayagua, Honduras, C. A: Programa de arroz. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG).
- DICTA. 2006. *Métodos de siembra en el cultivo de arroz*. Serie Arroz No. 10. Comayagua, Honduras, C. A: Programa de arroz. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG).
- FAO. 2005. *Recomendaciones para el manejo de malezas*. Roma.
- FAO. 2017. *Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural. III. Secado de los granos de arroz*. Bruselas, Belgica: Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Fundación Chile. 2011. *Manual de recomendaciones cultivo de arroz inundado desde siembra*. Santiago de Chile: Unidad Cropchek Chile- Alimentos y Biotecnología.
- Guzmán, D. 2006. *Manejo agronómico del cultivo de arroz (Oryza sativa L.) sembrado bajo riego en finca Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste, Costa Rica*. San Carlos: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Sede Regional.
- Heros, E. 2013. *Manejo integrado en el cultivo del arroz*. Lima: Agrobanco, Servicios financieros para el Perú rural.
- INIAP. 2015. *Arroz*. Guayaquil: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- JISA. 2014. *Catálogo de XI Jornada Técnica del Arroz*. . DELTEBRE.
- Macan-Markar, M. 2017. El mar inunda arrozales del delta del río Mekong. *INTER PRESS SERVICE*, pág. 3.
- Macleán, J., Dawe, D., Hardy, B., & Hettel, G. 2002. *Anuario del Arroz: Libro de Referencia de la actividad económica más importante de la Tierra*. Ucrania: CABI Publishing, Wallingford.
- Malavolta, E. 2006. *Manual de nutrição mineral de plantas [en línea]*. Sao Paulo, Brasil: edit. Editora Agronômica CERES. ISBN 85-318-0047-1. Obtenido de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=INIA.tidad=1&expresion=mfn=022855>>.

- Medrano, C., Figueroa, V., Gutiérrez, W., Villalobos, Y., Amaya, L., & Semprúm, E. 1999. Estudio de las malezas asociadas a plantaciones frutales en la planicie de Maracaibo. Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 16(1), 583-596.
- Meneses, R., Gutiérrez, A., García, A., Antigua, G., Gómez-Souza, J., Correa, J., & Calvert, J. 2001. *Guía para el Trabajo de Campo en el Manejo Integrado de Plagas del Arroz*. Colombia: cuarta edición revisada y ampliada. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia. Instituto de Investigaciones del Arroz (IIA). Cuba. Obtenido de [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Zoologia\\_Agricola/Manejo\\_Integrado/Material\\_Interes/Guia\\_para\\_el\\_trabajo\\_de\\_campo\\_en\\_el\\_mip\\_del\\_arroz\\_by\\_meneses\\_et\\_al\\_ciat.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Zoologia_Agricola/Manejo_Integrado/Material_Interes/Guia_para_el_trabajo_de_campo_en_el_mip_del_arroz_by_meneses_et_al_ciat.pdf),
- Montaño, M. J. 2005. Estudio de la aplicación de *Azolla Anabaena* como bioabono en el cultivo de arroz en el Litoral ecuatoriano,. *Revista Tecnológica ESPOL*. ISSN : 0257-1749, 18(1), 147-151.
- NPUST. 2016. *Estudiando Agricultura en Taiwán. Trasplante y supervisión*. Pingtung: Universidad Nacional de Ciencia y Tecnología de Pingtung. Fondo Internacional de Cooperación y Desarrollo de Taiwán. Obtenido de <https://estudiandoagriculturaentaiwan.blogspot.com/2016/01/trasplante-y-supervision.html>
- Núria, T., Catalá, M., Pla, E., Ortiz, C., & Murillo, G. 2013. *Fertilización del arroz*. Productos. JILOCA INDUSTRIAL S.A. Agronutrientes.
- Quintero, C., Zamero, M. A., van Derdonckt, G., Boschetti, G., Befani, M. R., Arévalo, E., & Spinelli, N. 2016. *Ensayos de fertilización balanceada de arroz. (Tercer año)*. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNER-CC.
- Renault, D. 2004. *El arroz y el agua: Una larga historia matizada*. Land and Water Development División, FAO.
- Rodríguez, J. 1999. *Fertilización del cultivo del arroz (Oryza sativa)*. Costa Rica: XI Congreso Nacional Agronómico. III Congreso Nacional de Suelos.

- Rodríguez, L., Gallego, R., Díaz, J. C., Zayas, E., Álvarez, A., Santana, I., & Rodríguez, E. 2012. *Programa de control integral de Malezas en Caña de Azúcar y manual de identificación de las principales malezas en los cañaverales de Cuba*. La Habana, Cuba: Editado por Bayer CropScience.
- Rodríguez, S., Rodríguez, J. I., & Pérez, L. 1988. *Plantas indeseables en el cultivo de la caña de azúcar*. La Habana, Cuba: Editorial Científico-Técnica.
- Ruiz, M., Muñoz, Y., Dell, J. M., & Polón, R. 2016. Manejo del agua de riego en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) por trasplante, su efecto en el rendimiento agrícola e industrial. *Cultivos Tropicales. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*, 37(2), 178-186.
- The CYROX Team. 2012. *Posted*. Obtenido de <http://gyroxgoesglobal.blogspot.com/2012/12/>
- Vidotto, F., Ferrero, A., & Ducco, G. 2001. A mathematical model to predict the population dynamics of *Oriza sativa* var. *sylvatica*.. *Weed Res*, 41, 407-420.
- Winkel, A., Colmer, T. D., Ismail, A. M., & Pedersen, O. 2013. Internal aeration of paddy field rice (*Oryza sativa*) during complete submergence - importance of light and floodwater O<sub>2</sub>. *New Phytologist*, 197(4), 1193-1203. Obtenido de ISSN 1469-8137, DOI 10.1111/nph.12048

*Cultivos tropicales de importancia económica en  
Ecuador (arroz, yuca, caña de azúcar y maíz).*  
Edición digital 2017 - 2018.  
[www.utmachala.edu.ec](http://www.utmachala.edu.ec)

# Redes

Redes es la materialización del diálogo académico y propositivo entre investigadores de la UTMACH y de otras universidades iberoamericanas, que busca ofrecer respuestas glocalizadas a los requerimientos sociales y científicos. Los diversos textos de esta colección, tienen un espíritu crítico, constructivo y colaborativo. Ellos plasman alternativas novedosas para resignificar la pertinencia de nuestra investigación. Desde las ciencias experimentales hasta las artes y humanidades, Redes sintetiza policromías conceptuales que nos recuerdan, de forma empeñosa, la complejidad de los objetos construidos y la creatividad de sus autores para tratar temas de acalorada actualidad y de demanda creciente; por ello, cada interrogante y respuesta que se encierra en estas líneas, forman una trama que, sin lugar a dudas, inervará su sistema cognitivo, convirtiéndolo en un nodo de esta urdimbre de saberes.



**UMET**  
UNIVERSIDAD  
METROPOLITANA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

Editorial UTMACH

Km. 5 1/2 Vía Machala Pasaje

[www.investigacion.utmachala.edu.ec](http://www.investigacion.utmachala.edu.ec) / [www.utmachala.edu.ec](http://www.utmachala.edu.ec)

ISBN: 978-9942-24-113-9

