

Manual técnico para producción de semilla de arroz regional (*Oryza sativa*) en la subregión de La Mojana

**Jorge Luis Romero Ferrer
José Gregorio Morales Angulo
Shirley Patricia Pérez Cantero**

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Transformación del Agro

Manual técnico para producción de semilla de arroz regional (*Oryza sativa*) en la subregión de La Mojana

Jorge Luis Romero Ferrer
José Gregorio Morales Angulo
Shirley Patricia Pérez Cantero

Mosquera, Colombia, 2020

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Transformación del Agro

Romero Ferrer, Jorge Luis

Manual técnico para producción de semilla de arroz regional (*Oryza sativa*) en la subregión de La Mojana/ Jorge Luis Romero Ferrer [y otros dos] -- Mosquera (Colombia) : AGROSAVIA, 2020.

60 páginas (Colección Transformación del Agro)

Incluye referencias bibliográficas, tablas, fotos

ISBN 978-958-740-335-0 (tapa blanda)

ISBN 978-958-740-336-7 (libro digital descargable - PDF)

1. *Oryza sativa* 2. Arroz 3. Calidad de las semillas 4. Manejo del suelo 5. Aplicación de abonos
6. Control de plagas 7. Control de enfermedades I. Morales Angulo, José Gregorio II. Pérez Cantero, Shirley Patricia

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agro voc
Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)

Centro de Investigación Turipaná. Kilómetro 13, vía Montería, Cereté, Córdoba. Código postal: 230550, Colombia.

Esta publicación es resultado del proyecto de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) *Programa Nacional Semillas: producción de semilla de calidad de variedades mejoradas y materiales regionales para disponibilidad de los pequeños productores agrícolas. Especie arroz regional.*

Colección: Transformación del Agro

Fecha de recepción: 8 de octubre de 2018

Fecha de evaluación: 14 de noviembre de 2018

Fecha de aceptación: 10 de octubre de 2019

Primera edición: 1500 ejemplares

Impreso en Bogotá, Colombia, abril de 2020

Printed in Bogotá, Colombia

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Edición: Liliana Gaona García y Jorge Enrique Beltrán

Corrección de estilo: Nathalie De la Cuadra N.

Diagramación: Diego Abello Rico

Citación sugerida: Romero Ferrer, J. L., Morales Angulo, J. G., & Pérez Cantero, S. P. (2020). *Manual técnico para producción de semilla de arroz regional (Oryza sativa) en la subregión de La Mojana*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403367>

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones y la información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, y declaran, en este último supuesto, que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

www.agrosavia.co



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Contenido

Presentación	9
Introducción	11
Objetivo	13
Alcance	14
Estructura	14
Capítulo I	
¿Qué es una semilla de calidad?	17
Capítulo II	
Consideraciones técnicas para la producción de semilla	21
Selección del terreno	21
Aspectos regulatorios	22
Preparación del terreno	23
Características de arroces regionales de la subregión de La Mojana	26
Siembra y depuración de semillas regionales de arroz	32
Manejo de malezas	36
Fertilización	38
Riego	40
Manejo de plagas y enfermedades	41
Cosecha de la semilla	44
Beneficio o acondicionamiento de semilla	45
Los autores	51
Glosario	53
Normatividad	55
Referencias	56

Lista de figuras

Figura 1.	Estructura general de un grano de arroz	18
Figura 2.	Lote no adecuado para la siembra de campos de multiplicación y producción de semilla de alta calidad	22
Figura 3.	Micronivelación de lotes con Land Plane para producir semilla de arroz	24
Figura 4.	Caballoneo con Taipa en curvas de nivel en lotes para producción de semilla de arroz	26
Figura 5.	Material regional Donde lo Tiren	26
Figura 6.	Material regional Belepan Mono	27
Figura 7.	Material regional Fortuna Morado	27
Figura 8.	Material regional Bluboné	28
Figura 9.	Material regional Guayaquil	29
Figura 10.	Material regional de arroz Canillita	29
Figura 11.	Material regional Guatapurí	30
Figura 12.	Material regional Ina Mono	30
Figura 13.	Material regional Mula Chilimico	31
Figura 14.	Siembra en hileras, indispensable en lote de producción de semilla de alta calidad	33
Figura 15.	Siembra mecánica de lotes para producción de semilla de alta calidad	33
Figura 16.	Lote rayado para la siembra manual de semilla de alta calidad	34
Figura 17.	Siembra manual a chuzo utilizando pitas para lotes de multiplicación de semillas de arroz	35
Figura 18.	Lote con buen manejo de agua durante las primeras etapas de crecimiento	37
Figura 19.	Lote adecuado y libre de malezas, óptimo para el establecimiento de cultivos para producción de semilla de alta calidad	37

Figura 20.	Lote con buena lámina de agua y control eficiente de malezas	41
Figura 21.	Granos afectados con manchado del grano	42
Figura 22.	Chinche de la espiga atacando granos de arroz	43
Figura 23.	Lote de multiplicación de semilla de arroz con excelente manejo integrado de plagas y estado fitosanitario en hojas y panículas	43
Figura 24.	Operaciones básicas de cosecha como corte de la planta con sus semillas, trillado y separación de semillas de la paja de la planta	45
Figura 25.	Diagrama del proceso de beneficio de semilla de arroz	46
Figura 26.	Proceso de secamiento natural de semilla de arroz	47
Figura 27.	Clasificación manual de semilla de arroz obtenida en lotes de multiplicación	48

Lista de tablas

Tabla 1.	Características morfoagronómicas y del grano de materiales regionales de arroz	31
Tabla 2.	Requerimientos nutricionales del cultivo del arroz	39
Tabla 3.	Condiciones finales que debe reunir la semilla de arroz para la certificación	50

Presentación

El insumo de mayor importancia en la producción agrícola es la semilla, cuya calidad para la siembra es un factor clave en la obtención de productos de primera calidad. La producción de semilla implica el seguimiento de una serie de procedimientos técnicos que, aplicados correctamente, permiten la obtención de semilla de alta calidad, con características genéticas, fisiológicas, físicas y sanitarias que le brindan seguridad al agricultor.

Una de las mayores problemáticas que enfrentan los pequeños productores asociados al cultivo de arroz en el sistema de siembra en seco, en la subregión de La Mojana, es la dificultad de la disponibilidad de semilla de buena calidad para la siembra de sus cultivos. Entre los factores que ocasionan esta problemática están la falta de un proveedor de semilla de arroces regionales, la informalidad en los procesos de producción de semilla y el poco cumplimiento de la normatividad vigente en la producción de semillas. Dado que la semilla para la siembra de arroces regionales es producida por los propios agricultores en sus parcelas, este manual tiene como objetivo orientar al pequeño productor respecto a la forma correcta de producir semilla seleccionada de arroces regionales y asegurar su calidad.

En el presente manual se describe de manera breve la morfología de la semilla de arroz, los aspectos relacionados con su calidad y las consideraciones técnicas que se deben tener en cuenta para la producción de una semilla de excelente calidad. Asimismo, temas como la adecuada selección del lote para la producción de semillas, preparación de suelos, forma correcta de sembrar, cuidados en el manejo de malezas, plagas y enfermedades, manejo de la

fertilización y el riego, operaciones básicas para la cosecha y el acondicionamiento o beneficio de la semilla.

Todas las recomendaciones técnicas contenidas en este manual están enmarcadas en los lineamientos de la Resolución 3168 de 2015 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y están encaminadas a la producción de semilla de alta calidad para la siembra de arroces regionales por parte de los pequeños productores asociados a este cultivo en la subregión de La Mojana.

Introducción

La especie de arroz *Oryza sativa* L., según reportes, comenzó a ser cultivada hace 10.000 años en las regiones tropical y subtropical del continente asiático (Infoagro, 2018). En la actualidad, hace parte de la canasta básica familiar de más del 50 % de la población existente, y ocupa la segunda posición en área cultivada entre todos los cereales que se cultivan.

Según Agronet (2013), en Colombia el sistema de producción de arroz secano manual, de 2005 a 2013, presentó áreas en Antioquia que oscilan entre 10.973 y 18.757 hectáreas con producción de 16.661 a 28.859 toneladas y rendimientos promedios de 1,51 y 1,53 t ha⁻¹. En Bolívar las áreas oscilan entre 4.776 y 13.521 hectáreas, con producción de 8.020 a 28.965 toneladas y rendimientos entre 1,18 a 2,14 t ha⁻¹. Para Córdoba, el área fue de 6.291 a 23.393 hectáreas, con producciones entre 10.347 y 40.059 toneladas y rendimientos entre 1,55 y 1,91 t ha⁻¹. Por su parte, el departamento de Sucre presentó superficies entre 6.284 y 10.527 hectáreas, con producciones entre 10.855 y 21.612 toneladas y rendimientos entre 1,34 y 2,35 t ha⁻¹. A nivel nacional, las áreas para el mismo periodo van de 47.053 a 82.825 hectáreas, con producciones de 79.585 a 151.838 toneladas y rendimientos de 1,65 a 1,94 t ha⁻¹.

La Mojana hace parte de la depresión momposina, con una amplia área que recibe la fluente de los valles interandinos; se comporta como delta aluvial interior de tierra baja e inundable con variada intensidad durante ciertas épocas del año (Aguilera Díaz, 2004). La conforma un área de aproximadamente 500.000 hectáreas, de las cuales el 72 % pertenece al departamento de Sucre; 16 %, al de Bolívar; 10 %, al de Córdoba, y el restante 2 %, al de Antioquia (Aguilera Díaz, 2004). Delimita geográficamente al oriente con el río Cauca, al occidente con el río San Jorge y la ciénaga de Ayapel, al nororiente con el brazo de Loba del río Magdalena y al sur con las tierras altas de Caucasia y la serranía de Ayapel. La subregión de La Mojana comprende once municipios de cuatro departamentos: Antioquia (Nechí); Bolívar (Magangué,

Achí y San Jacinto del Cauca); Córdoba (Ayapel) y Sucre (San Marcos, Guaranda, Sucre, Caimito, San Benito Abad y Majagual).

La especie de arroz que se cultiva en la subregión de La Mojana bajo los sistemas de producción secano mecanizado y secano manual con semillas regionales es usado por pequeños agricultores que siembran entre 0,5 y 1 ha, con alto uso de mano de obra. Su producción se utiliza principalmente para seguridad alimentaria (auto-consumo) y el resto para trueque, y un bajo porcentaje es para comercialización (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica], 1998, 2012). El sistema de secano manual ha presentado la problemática de la baja disponibilidad de semillas de calidad de materiales regionales, debido a la informalidad caracterizada por flujos espontáneos de semillas, baja adopción de tecnología en la producción de material vegetal de propagación, desconocimiento de la normatividad y deficiencia en los programas y las políticas de fomento para uso y producción de semillas de calidad genética, física, sanitaria y fisiológica. De igual forma, en los últimos años se ha evidenciado que los efectos de la variabilidad climática (fenómenos Niña y Niño) tienen consecuencias devastadoras sobre la disponibilidad de semilla; los procesos de erosión genética, reflejados en la pérdida de especies y los cambios en el uso del suelo agravan dicha problemática. Las consecuencias y los impactos se notan en la producción reducida, los altos impactos ambientales, la disminución de las áreas sembradas y cosechadas y, en general, en inseguridad alimentaria.

Por lo anterior, la semilla para la siembra, a diferencia de la mayoría de los insumos utilizados en la producción agrícola, es un ente vivo por su naturaleza, con la excepción de algunos insumos biológicos tipo plaguicidas e inoculantes. Esto la hace sumamente sensible al deterioro, con consecuencias significativas sobre el establecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos; por tanto, la semilla de buena calidad es un insumo que no se puede descartar si se tiene el objetivo de aumentar el vigor y la

productividad de cualquier especie vegetal que se desee explotar, y así garantizar una óptima densidad de población desde su siembra.

En los cultivos agrícolas, la semilla representa el insumo de mayor importancia en todo proceso productivo, ya que de las características genéticas, fisiológicas y sanitarias de esta depende el éxito del cultivo comercial. Con el fin de que los productores arroceros de la subregión de La Mojana dispongan de semilla de alta calidad y que la siembra de esta se refleje en buenos rendimientos, es necesario que dicha semilla reúna los siguientes requisitos:

- Ser genéticamente pura
- Presentar un alto porcentaje de germinación y excelente vigor
- El material debe tener buena adaptación a la región
- Ser tolerante al acame y al desgrane
- Ser tolerante a plagas y enfermedades presentes
- Conservar la calidad de su grano

La semilla usada para la siembra de los cultivos, además de tener una buena calidad que germine uniformemente y permita el desarrollo de plantas sanas con buen vigor, debe ser representativa del material regional sembrado.

Objetivo

Establecer los procedimientos para el incremento de semilla de arroces regionales o criollos y la aplicación de procesos para el beneficio de semilla, que aseguren la

producción de semilla de arroz de alta calidad por parte de productores, para contribuir al incremento de la productividad de los arrozales regionales de subregión de La Mojana.

Alcance

Este manual está dirigido a productores, asistentes técnicos y comunidad científica en general, para asegurar la producción de semilla de arrozales regionales con alta calidad física, fisiológica y con alto grado de pureza varietal. El pequeño productor puede producir semilla de alta calidad mediante la aplicación de las medidas y normas contenidas en este manual, con las cuales conserva las características del material regional de arroz.

Estructura

Este manual está compuesto por dos capítulos. En el primero, se esboza de una manera accesible lo que significa la calidad de la semilla y su importancia dentro de la producción; en el segundo capítulo, el lector encontrará el paso a paso de cómo el productor puede obtener semilla de buena calidad, comenzando con la selección del lote y finalizando con el beneficio o acondicionamiento de la semilla producida. Al final hay un glosario de términos que explica el lenguaje usado en la escritura de este documento.

Así, se recomienda seguir paso a paso las indicaciones contenidas en este manual, con la finalidad de obtener semillas de arroz de buena calidad. Es indispensable tener la asesoría de un ingeniero agrónomo, para tomar la mejor decisión en cuanto al manejo general de las actividades programadas, para obtener una semilla de buena calidad.





Capítulo I

¿Qué es una semilla de calidad?

En las angiospermas, el material genético está en las semillas y este reflejará la adaptabilidad, el crecimiento, el desarrollo y la producción en los diferentes ambientes donde ha sido desarrollada; sin embargo, también puede ser el vehículo donde posiblemente se diseminen plagas de importancia económica para la misma especie u otras especies cultivadas en la región donde se propagará la semilla.

En la figura 1 se detalla cada una de las partes que componen una semilla de la especie *Oryza sativa* L., y se destaca el embrión que es el órgano de donde se generará una nueva planta y el endospermo que está ubicado en la parte central, el cual provee de alimento al embrión durante la germinación.

La calidad de la semilla está constituida por cuatro componentes importantes, a saber: genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios. La calidad genética se refiere a la información genética de un material que define entre múltiples características la resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades, adaptación a ambientes específicos, potencial de rendimiento, hábito de crecimiento, ciclo vegetativo, calidad industrial o molinera. Una semilla de alta calidad genética

es aquella que contiene un alto porcentaje de semillas de la variedad que la constituye, está libre de mezclas con semilla de otras variedades, característica también llamada “pureza varietal”. La calidad física se refiere a la cantidad de semilla pura de arroz contenida en una muestra de semilla, con un mínimo contenido de semilla de otras especies de cultivo, malezas y material inerte. La calidad fisiológica se refiere al potencial de germinación de la semilla, después de contar con las condiciones ambientales adecuadas y el vigor con que emergen y se desarrollan las pequeñas plántulas que emergen de estas. El vigor de la semilla se puede definir como la condición intrínseca o genética que posee el material vegetal para reflejar adaptación y uniformidad al momento de establecer un cultivo, así esté bajo condiciones adversas; mientras que la germinación es un asunto netamente fisiológico que se da en condiciones de ambientes favorables para que se desarrollen las estructuras que formarán la futura planta.

Una semilla de buena calidad es aquella que una vez sembrada presenta un rápido y uniforme crecimiento del cultivo (vigor), permite el establecimiento de una población adecuada de plantas en el terreno (germinación), está libre de plagas y enfermedades (sanidad vegetal), no presenta contaminación o mezcla con otras variedades (pureza varietal), está exenta de semillas de malezas (pureza física) y permite la expresión del potencial genético propio de la variedad (identidad genética).

La producción de semilla de arroz de alta calidad se puede lograr mediante la aplicación de procedimientos que permitan conservar las características del material y la calidad de la semilla, y así evitar la contaminación y degradación con otros materiales de baja calidad. Lograr lo anterior es factible si se cumplen los lineamientos y las normas que se describen en el capítulo II, para producir semilla de alta calidad en los lotes de multiplicación.

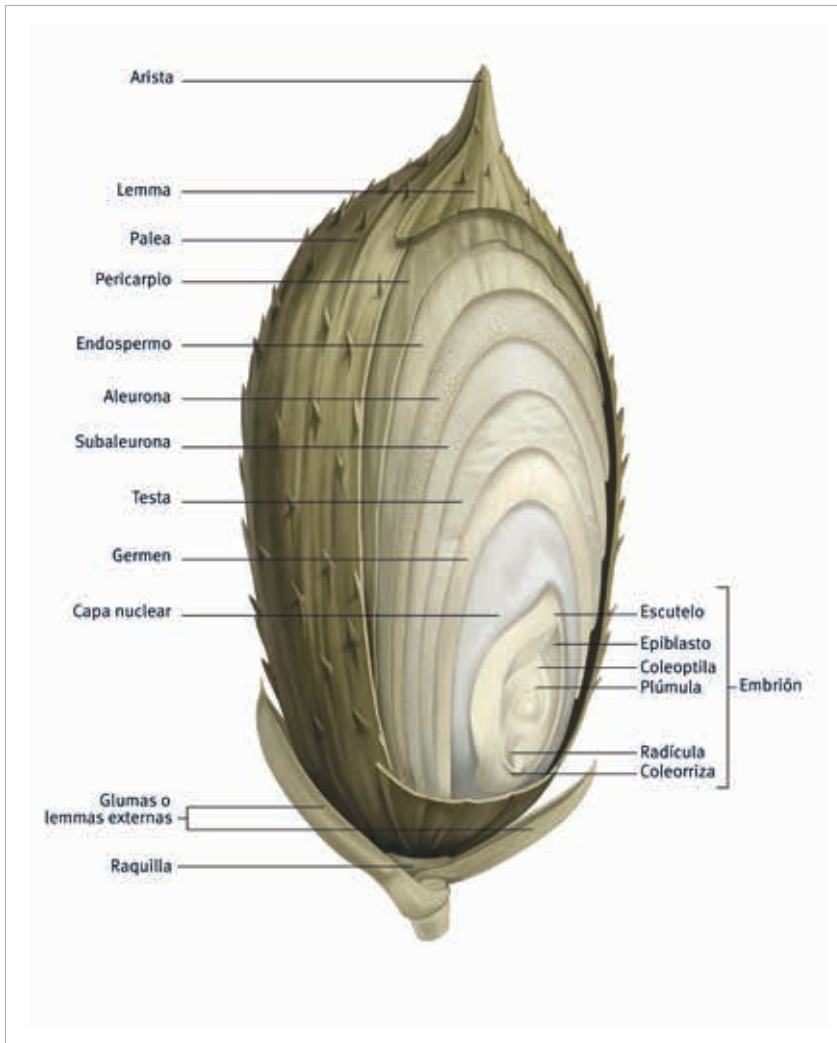


Figura 1. Estructura general de un grano de arroz.
Ilustración: Juan Felipe Martínez





Capítulo II

Consideraciones técnicas para la producción de semilla

En este capítulo se detallan las consideraciones técnicas que debe tener en cuenta un productor de semilla de arroz regional para obtener como resultado final semillas de buena calidad física y fisiológica. Se parte del tema de selección del terreno y luego con el beneficio o acondicionamiento final de la semilla; además, se incluye la normatividad por tener en cuenta para cumplir con los requisitos exigidos por el ente regulador que es el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Selección del terreno

Uno de los primeros aspectos por considerar en la producción de semilla de arroz es la selección de un lote de terreno adecuado para la multiplicación. Esto debido a que la producción de semilla de arroz requiere la selección de terrenos limpios, con fácil acceso, con disponibilidad de agua para el riego, libre de residuos de otros materiales o cultivos previos de arroz, libre de malezas. Los lotes que no cumplan con estas condiciones (figura 2) se tienen que evitar para los procesos de multiplicación de semillas.



Foto: José Gregorio Morales Angulo

Figura 2. Lote no adecuado para la siembra de campos de multiplicación y producción de semilla de alta calidad.

Aspectos regulatorios

La entidad que regula la producción de semilla en el país es el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2015). Los aspectos generales, a través de los cuales se especifican los requisitos para la producción de semillas para la siembra comercial en todos los cultivos, están contenidos en la Resolución 3168 de 2015. Para el caso específico de la semilla de arroz para la siembra, el ICA expidió la Resolución 0456 de 2009. Aunque estas normas no regulan directamente la producción de semilla de los arroces criollos, es conveniente tenerlas en cuenta, pues establecen normas y comportamientos generales que garantizan la calidad. Estas normas exigen, por ejemplo, que los campos para multiplicación de semilla de arroz estén localizados en sitios accesibles para vehículos terrestres, de modo que permitan la visita de los técnicos y supervisores durante todo el periodo vegetativo del cultivo. Además, exigen cumplir otros requisitos como:

- Ser una unidad de terreno o área claramente delimitada, única e indivisible.
- Ser un área de terreno claramente definida, aislada de otros campos por caminos, cercas, canales o similares.
- Haber cumplido por lo menos 18 meses desde la siembra anterior de otros cultivares de arroz, ya que la semilla que cae al suelo podría germinar y causar mezcla

varietal. A este respecto se acepta que el lote de terreno haya sembrado arroz con el mismo cultivar en la cosecha anterior, que haya sido aprobado para certificación y que se le hayan realizado todas las labores que aseguren el mantenimiento de la pureza genética.

Para las siembras de arroz, es recomendable que el suelo de los lotes sea de textura franca a franco-arcillosa, con buena retención de humedad, baja permeabilidad, compactación moderada y buena fertilidad. Se deben evitar lotes arenosos, compactados, poco profundos y con exceso de elementos nocivos como aluminio y hierro, y severa infestación de malezas nocivas.

Preparación del terreno

Para el cultivo de arroz es necesario contar con terrenos planos, ya que su preparación (que en su mayoría se hace con maquinaria) implica un gran contenido de arcilla y la capacidad de retener y conservar la humedad; de tal forma que una preparación adecuada del suelo favorece la reducción de las pérdidas de agua y nutrientes, y logra un mejor control de las malezas. Además, se reduce la incidencia de plagas y enfermedades y, por lo tanto, se alcanzan mejores rendimientos. Se recomienda llevar a cabo las prácticas de preparación del suelo que se detallan a continuación, dependiendo de las características físicas del suelo; sin embargo, depende de cada una de las zonas donde se realice el cultivo, de las condiciones físicas de los suelos y de la topografía para realizar dichas actividades:

- **Prenivelación.** Es necesario nivelar el terreno para que se dé una buena distribución de la semilla y así lograr una profundidad apropiada de siembra y tapado de esta.
- **Un pase de arado.** Se utiliza para volcar el suelo al final de la cosecha, para que este permanezca así durante la época de descanso del lote y volver a establecer el cultivo de arroz).
- **Dos pases de rastra.** Es el implemento que más se usa para la preparación de tierras en el cultivo del arroz y se debe a la versatilidad de este en la preparación de tierras. Generalmente, es suficiente efectuar de dos a cuatro pases de rastra pesada para lograr una buena preparación de tierras para sembrar arroz. Es importante tener en cuenta la humedad del suelo para obtener una buena reparación.

- Dos pases de pulidor. Se utiliza para pulir o romper los segmentos de suelo que hayan quedado muy grandes y de esta forma tener una mejor preparación de suelos.

Cuando hay riego, los terrenos deben ser preparados al menos en cada ciclo de siembra. La nivelación es un paso importante para la producción de semilla de alta calidad, pues permite hacer un uso eficiente del agua que cubre uniformemente la superficie, sin causar ahogamiento de las plantas de arroz.

Cuando la producción de semilla de arroz de buena calidad se realiza con un sistema productivo altamente tecnificado se recomienda realizar micronivelación, para lo cual se emplean los equipos Land Plane y Taipa, que permiten a través del uso de un láser obtener caballones a curvas de nivel. Esta técnica, si se emplea con buenas condiciones de manejo, permite hacer un uso eficiente del recurso agua en sistemas de producción bajo riego.

La figura 3 muestra el uso en campo de una micronivelación con el equipo Land Plane, el cual debe ser previamente calibrado por un técnico con experiencia en el manejo de esta técnica.



Foto: Enrique Alfredo Saavedra de Castro

Figura 3. Micronivelación de lotes con Land Plane para producir semilla de arroz.

Los beneficios que se pueden obtener con el uso del Land Plane se resumen a continuación:

- El área entre melgas queda más homogénea.
- Los caballones quedan visualmente más rectos, debido a que la curva del caballón es más suave.
- El agua dentro de cada melga y entre las melgas puede ser distribuida eficientemente.
- Reduce la irregularidad entre puntos de nivel.
- Las láminas pasivas de agua que se forman no superan los 10 cm.
- La lámina homogénea de agua ayuda a que el uso de herbicidas pre-emergentes y fertilizantes edáficos usados sean más solubles, lo que permite su eficiencia.
- Los contenidos iniciales de nutrientes en el suelo estarán disponibles para ser adsorbidos por las raíces.
- Cuando su uso es adecuado reduce o suprime los pases de rastrillo pulidor, ya que ayuda a disgregar los terreros pequeños.
- La labor de emparejamiento es eficiente gracias a su fácil manejo (8 a 12 ha/día).
- Se reduce la capacidad de volumen de arrastre del suelo, lo que contribuye a su conservación.
- Permite que las malezas germinen uniformes y que sean controladas de manera eficiente; asimismo, una mejor emergencia de la semilla plantada.
- Ayuda a que sea más eficiente el secado del terreno al momento de la cosecha por uniformidad de humedad del terreno.

Seguido a la micronivelación, se continúa con el caballoneo, el cual se puede realizar de manera mecánica con el implemento denominado Taipa (figura 4) o manualmente a pala. Esta labor posibilita un uso más eficiente del agua, en caso de que sea necesaria su aplicación.



Foto: Enrique Alfredo Saavedra de Castro

Figura 4. Caballoneo con Taipa en curvas de nivel en lotes para producción de semilla de arroz.

Características de arroces regionales de la subregión de La Mojana

Material regional Donde lo Tiren

El material Donde lo Tiren (figura 5) es una planta de porte alto, con baja capacidad de macollamiento, posición descendente de la hoja bandera y hojas glabras. El periodo de floración es de 116 días, y tiene panícula compacta y bien emergida. En la calidad del grano se destaca su excelente comportamiento en molinería, ya que se parte muy poco.



Foto: José Gregorio Morales Angulo

Figura 5. Material regional Donde lo Tiren.

Material regional Belepan Mono

El material Belepan Mono (figura 6) es una planta de porte alto, con baja capacidad de macollamiento. Tiene una posición descendente de la hoja bandera y hojas glabras. El periodo de floración es a 95 días después de la germinación, y tiene panícula compacta y bien emergida. En lo referente a la calidad del grano, se destaca su contenido intermedio de amilosa, lo que permite que el grano, después de cocido, permanezca más tierno y húmedo al enfriarse.



Foto: Jorge Luis Romero Ferrer

Figura 6. Material regional Belepan Mono. a. Lote en floración; b. Grano apto para la cosecha.

Material regional Fortuna Morado

Es una planta de porte alto, con baja capacidad de macollamiento, posición descendente de la hoja bandera y hojas glabras (figura 7). El periodo de floración es de 107 días, y tiene panícula compacta y bien emergida.



Foto: José Gregorio Morales Angulo

Figura 7. Material regional Fortuna Morado. a. Grano para cosecha; b. Cultivo en plena floración.

Material regional Bluboné

El material Bluboné (figura 8) es una planta de porte alto, con baja capacidad de macollamiento, posición descendente de la hoja bandera y hojas glabras. El periodo de floración es a 105 días después de germinación, y tiene panícula semicompacta y bien emergida. En lo referente a la calidad del grano, se destaca su temperatura de gelatinización intermedia, cualidad muy favorable ya que necesita menos cantidad de agua y menor tiempo para su cocción.



Foto: Jorge Luis Romero Ferrer

Figura 8. Material regional Bluboné. a. Grano bien desarrollado; b. Excelente estado fitosanitario.

Material regional Guayaquil

El material Guayaquil (figura 9) es una planta de porte alto, con baja capacidad de macollamiento, posición descendente de la hoja bandera y hojas glabras. El periodo de floración es a los 105 días después de germinación, y tiene panícula compacta y bien emergida. En lo referente a la calidad del grano, se destaca su temperatura de gelatinización intermedia, cualidad muy favorable puesto que necesita menos cantidad de agua y menor tiempo para su cocción. El grano, por ser trillado, se parte menos.

Material regional Canillita

El material Canillita (figura 10) es una planta de porte alto, con baja capacidad de macollamiento, posición intermedia de la hoja bandera y hojas glabras. El periodo de floración es de 116 días después de germinación, y tiene panícula compacta y bien emergida. En la calidad del grano, se destaca su contenido intermedio de amilosa, lo que permite que el grano, después de cocido, permanezca más tierno y húmedo al enfriarse. Cuenta con un excelente comportamiento en molinería porque se parte muy poco.



Foto: José Gregorio Morales Angulo

Figura 9. Material regional Guayaquil. a. Grano listo para cosechar; b. Cultivo adecuado para la producción de semilla.



Foto: José Gregorio Morales Angulo

Figura 10. Material regional de arroz Canillita. a. Inicio del llenado del grano; b. Panícula completamente desarrollada.

Material regional Guatapurí

El material Guatapurí (figura 11) es una planta de porte bajo, con capacidad media de macollamiento, posición intermedia de la hoja bandera y hojas pubescentes. El periodo de floración es a los 85 días después de germinación, y tiene panícula compacta y bien emergida. En lo referente a la calidad del grano, se destaca su temperatura de gelatinización intermedia, cualidad muy favorable ya que necesita menos cantidad de agua y menor tiempo para su cocción. Es una planta altamente productiva.

Material regional Ina Mono

El material Ina Mono (figura 12) cuenta con una mayor preferencia entre los productores de la región de La Mojana. Es una planta de porte alto, con baja capacidad

de macollamiento, posición descendente de la hoja bandera y hojas glabras. Tiene panícula compacta y bien emergida. En lo referente a la calidad del grano, se destaca su contenido intermedio de amilosa, que permite que el grano, después de cocido, permanezca más tierno y húmedo al enfriarse.



Foto: José Gregorio Morales Angulo

Figura 11. Material regional Guatapurí. a. Inicio de la etapa de floración; b. Grano en óptimas condiciones para la cosecha.



Foto: José Gregorio Morales

Figura 12. Material regional Ina Mono. a. Panícula con granos bien formados, aptos para semilla; b. Cultivo en óptimas condiciones agronómicas.

El material Mula Chilimico (figura 13) es una planta de porte alto, con baja capacidad de macollamiento, posición descendente de la hoja bandera y hojas pubescentes. El periodo de floración es de 107 días después de germinación, y tiene panícula compacta y bien emergida. En lo referente a la calidad del grano, se destaca su contenido intermedio de amilosa, que permite que el grano, después de cocido, permanezca más tierno y húmedo al enfriarse.



Foto: Jorge Luis Romero Ferrer

Figura 13. Material regional Mula Chilimico. a. Planta con excelente desarrollo; b. Semilla apta para cosecha.

En la tabla 1 se muestran algunas características morfoagronómicas y del grano de materiales regionales de arroz procedentes de la región de La Mojana. Centro de Investigación Turipaná (2015/2016).

Tabla 1. Características morfoagronómicas y del grano de materiales regionales de arroz

Material regional	Número de macollas	Tipo de panícula	Longitud del grano	Peso 1000 semillas (g)	Altura planta (cm)	Porte de la planta
Belepan Mono	6,9	Compacta	Largo (> 6 mm)	25,6	147,1	Alta
Bluboné	6,3	Semicompacta	Largo (> 6 mm)	34,9	158,7	Alta
Canillita	8,1	Compacta	Largo (> 6 mm)	22,6	147,3	Alta
Donde lo Tiren	5,9	Compacta	Largo (> 6 mm)	25,6	145,1	Alta
Fortuna Blanco	6,1	Semicompacta	Corto (= 5,2 mm o menos)	33,2	159,0	Alta
Fortuna Morado	6,6	Compacta	Largo (> 6 mm)	33,7	157,2	Alta
Guatapuri	11,4	Compacta	Corto (= 5,2 mm o menos)	33,8	132,2	Alta

Material regional	Número de macollas	Tipo de panícula	Longitud del grano	Peso 1000 semillas (g)	Altura planta (cm)	Porte de la planta
Guayaquil	6,5	Compacta	Corto (= 5,2 mm o menos)	31,9	151,7	Alta
Ina Blanco	6,8	Semicompacta	Largo (> 6 mm)	35,2	157,5	Alta
Ina Macho	6,1	Semicompacta	Largo (> 6 mm)	25,5	159,5	Alta
Ina Mono	7,3	Compacta	Largo (> 6 mm)	26,5	154,9	Alta
Mula Chilimico	6,2	Compacta	Medio (5,2 < 6mm)	25,4	148,5	Alta

Fuente: Elaboración propia

Siembra y depuración de semillas regionales de arroz

La siembra se debe realizar en hileras (figura 14) para facilitar las labores de depuración de la semilla. La depuración es un procedimiento esencial que se realiza en las diferentes etapas fisiológicas del cultivo y se ve reflejada en el resultado final de producción de semilla de arroz de alta calidad genética. Esta se hace con el objetivo de mantener un alto grado de pureza varietal.

Este método consiste en la eliminación de las plantas que por sus características morfológicas no corresponden a la variedad de la cual se está produciendo semilla de alta calidad. Las principales características para considerar son altura de planta, caracteres de la panícula y del grano, color de tallo y longitud, color y anchura de las hojas. La siembra puede ser realizada con maquinaria, con rayado o manualmente a chuzo (figuras 15, 16 y 17), con el fin de conseguir una mejor distribución de la semilla en el terreno y obtener una población uniforme de plantas.



Foto: Jorge Luis Romero Ferrer

Figura 14. Siembra en hileras, indispensable en lote de producción de semilla de alta calidad.

La distancia de siembra depende de la altura de las plantas de la variedad por multiplicar al momento de su máximo desarrollo. Para variedades de porte alto, que superen un metro, se recomienda sembrar a chuzo a una distancia de 40 centímetros entre surcos y 30 centímetros entre sitios. En caso de realizar la siembra con maquinaria (figura 15), hay que calibrar la sembradora con una distancia entre surcos de 30 a 40 cm y ajustar la cantidad de semilla entre 40 y 60 kg por hectárea.



Foto: José Gregorio Morales Angulo

Figura 15. Siembra mecánica de lotes para producción de semilla de alta calidad.

En caso de que el productor no tenga acceso a sembradoras mecánicas y tractores debido a la no disponibilidad de estos o por contar con áreas pequeñas de siembra, puede hacer uso de otras metodologías que cumplen con los requisitos exigidos por el ICA. Por ejemplo, el agricultor puede utilizar la siembra manual realizando una rayada del terreno. Esto consiste en hacer rayas o surcos en el suelo usando azadones, garabatos u otro implemento disponible en la región. Posteriormente, se deposita la semilla manualmente en el surco y se tapa para incentivar la germinación de la semilla. Los surcos se deben separar con una distancia de 30 a 40 centímetros, dependiendo del porte de la variedad, y se depositan de 30 a 40 semillas por metro lineal, teniendo en cuenta el material regional que se vaya a establecer (figura 16).



Foto: Jorge Luis Romero Ferrer

Figura 16. Lote rayado para la siembra manual de semilla de alta calidad.

En la práctica, el agricultor puede hacer uso de la siembra manual a chuzo, guiado por pitas que se colocan a los extremos del lote que se va a sembrar. En este caso, se utiliza para la siembra un chuzo o estaca de madera, con el cual se realiza un hueco a una profundidad no mayor de 3 centímetros, y se depositan de 5 a 8 semillas; luego se tapa el hueco. Entre las ventajas que posee este sistema está el ahorro de semilla, porque permite establecer una hectárea utilizando de 15 a 20 kilogramos de semilla. Este sistema también es muy útil en aquellos lotes que no han sido intervenidos mecánicamente para preparar los suelos, sino que han sido adecuados con otro sistema como tumba y pique de monte, o uso de herbicidas no selectivos (figura 17).



Foto: Shirley Patricia Pérez Cantero

Figura 17. Siembra manual a chuzo utilizando pitas para lotes de multiplicación de semillas de arroz.

El ICA en la Resolución 456 del 2009, por medio de la cual se establecen los requisitos específicos para la producción de semilla certificada de arroz, establece que los lotes destinados a la multiplicación de semilla de arroz deben cumplir con los siguientes requisitos de aislamiento:

- El lote tiene que estar como mínimo a 20 metros de distancia de otros campos sembrados de arroz con otros materiales y utilizar barreras vivas para evitar la dispersión o el cruce del polen entre lotes.
- También recomienda aislar los lotes para semilla por medio del tiempo de siembra, y dejar pasar al menos 20 días de diferencia con la siembra de lotes cercanos de arroz. Esto se hace con el fin de que no coincida la etapa de floración del lote para semilla con la floración de variedades en lotes cercanos.
- Cuando se multiplica semilla de arroz mediante el sistema de trasplante, el lote debe tener seis meses de descanso, haber sido rotado con otros cultivos y usar herbicidas no selectivos antes de la siembra para controlar las plantas contaminantes.

Manejo de malezas

Se debe realizar el control de malezas desde el inicio para evitar la competencia por radiación solar, nutrimentos y humedad, y así obtener altos rendimientos de semilla de buena calidad. La Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz, 2003) indica que el periodo crítico de competencia con malezas para el cultivo de arroz está en los primeros 30 días de desarrollo. Un cultivo de arroz con competencia por malezas durante este periodo puede tener una reducción en los rendimientos de hasta el 30 %.

En cuanto al control de malezas, en los lotes destinados a la multiplicación de semilla, el ICA es exigente y ha establecido que se deben eliminar todas las plantas de otras especies u otras variedades de arroz que surjan en los lotes de multiplicación de semilla, al igual que plantas de malezas (ICA, 2009). Para malezas nocivas, no se permite ninguna planta en el lote de multiplicación y para las no nocivas, se permiten máximo tres plantas por hectárea. Las malezas comunes se eliminan para que no compitan significativamente con el cultivo. Para la especie arroz rojo, se permite un máximo de dos plantas por hectárea en el lote de multiplicación.

En muchos casos, el uso de herbicidas es práctico, efectivo y económico para reducir la competencia de las malezas y, a veces, más económico que el desyerbe manual. Para el uso de los herbicidas adecuados, es necesaria la recomendación de un ingeniero agrónomo. Es importante mencionar que los herbicidas no pueden ser considerados como sustitutos de otras prácticas de control de malezas, sino que su aplicación debe ser combinada con otras medidas de control existentes y disponibles. Por ejemplo, en arroz de secano, los herbicidas no persisten por tanto tiempo como para dar un efecto prolongado de control, por lo que se deben utilizar medidas adicionales de control como el desyerbe manual o mecánico.

Buena parte de las malezas que surgen en los cultivos de arroz se eliminan mediante la inundación del lote o inmersión bajo el agua (figura 18). Las malezas que escapan a este control ecológico realizado por la inundación pueden ser eliminadas mediante el arranque manual. De igual forma, es posible hacer control de malezas con maquinaria usando cultivadores rotatorios o culturalmente, al sembrar a densidades óptimas que compitan con las malezas; o también químicamente, aplicando los ingredientes activos de herbicidas selectivos al arroz, como: bispyribac sodium 400 g l⁻¹ (2,6-bis(4,6-dimethoxypyrimidin-2-yloxi) benzoate) en dosis de 125 cm³ a 200 cm³ ha⁻¹ o la mezcla de bentazon 480 g l⁻¹ + propanil 480 g l⁻¹ en dosis de 2 litros + 7 l ha⁻¹.

La combinación de estas prácticas lleva a establecer un lote libre de malezas para la producción de semilla (figura 19).



Foto: José Gregorio Morales Angulo

Figura 18. Lote con buen manejo de agua durante las primeras etapas de crecimiento. Este es un medio efectivo para el control de malezas en tierras bajas.



Foto: Jorge Luis Romero Ferrer

Figura 19. Lote adecuado y libre de malezas, óptimo para el establecimiento de cultivos para producción de semilla de alta calidad.

Fertilización

Para obtener altos rendimientos de campo en arroz, una de las labores fundamentales es la fertilización basada en el potencial de rendimiento de la variedad sembrada, los requerimientos del material genético y los resultados del análisis de suelos. El análisis químico del suelo es una herramienta valiosa para conocer el contenido total de nutrimentos disponibles en el suelo para el crecimiento de las plantas de arroz y así poder formular un plan de fertilización que complemente esa disponibilidad. Experimentalmente, se ha establecido que los fertilizantes se deben aplicar en las siguientes etapas del cultivo:

- Antes de la siembra: se recomienda realizar una preabonada aplicando la totalidad del fósforo con la última rastrillada o al momento de la siembra. Si el análisis de suelos indica que se necesitan aplicaciones de elementos menores como boro, manganeso y zinc, estos deben también ser aplicados antes de la siembra.
- Inicio de macollamiento: aproximadamente entre los 20 y 25 días después de emergencia, se recomienda aplicar un tercio (1/3) de la totalidad de la fertilización nitrogenada recomendada, más la mitad (1/2) del potasio.
- Máximo macollamiento: aproximadamente entre 40 y 50 días después de la emergencia, se recomienda aplicar el segundo tercio (1/3) de la fertilización nitrogenada.
- Inicio de panícula: alrededor de 60 y los 65 días después de la emergencia, se recomienda aplicar el último tercio (1/3) de la fertilización nitrogenada más la otra mitad (1/2) de la dosis de potasio.

Una guía práctica para calcular los requerimientos de fertilización del cultivo de arroz establece que por cada tonelada de arroz paddy producida se necesita la aplicación de cierto número de kilogramos de fertilizante por hectárea. Aun cuando se reconoce que esta es una recomendación de carácter general y que puede haber una gran variabilidad por efecto del ambiente, esta se muestra en la tabla 2 para que sea usada como una guía que oriente el plan de fertilización y nutrición de lotes de arroz destinados a la producción de semilla para la siembra.

Tabla 2. Requerimientos nutricionales del cultivo del arroz

Nutriente	Unidad	Requerimiento por tonelada de arroz paddy		Requerimiento para genotipos con potencial de rendimiento de 2 t ha ⁻¹ de arroz paddy		Requerimiento para genotipos con potencial de rendimiento de 4 t ha ⁻¹	
		Rango menor	Rango mayor	Rango menor	Rango mayor	Rango menor	Rango mayor
Nitrógeno (N)	Kilogramo	24	31	48	62	96	62
Fósforo (P)	Kilogramo	1,5	8,5	3	17	6	17
Potasio (K)	Kilogramo	24,3	30	48,6	60	97,2	60
Calcio (Ca)	Kilogramo	5,3	8,7	10,6	17,4	21,2	17,4
Magnesio (Mg)	Kilogramo	2,2	6,4	4,4	12,8	8,8	12,8
Azufre (S)	Kilogramo	2,6	6,8	5,2	13,6	10,4	13,6
Zinc (Zn)	Gramos	24	300	48	600	96	600
Cobre (Cu)	Gramos	14	270	28	540	56	540
Boro (B)	Gramos	2,9	10	5,8	20	11,6	20
Hierro (Fe)	Gramos	90	2600	180	5200	360	5200
Manganeso (Mn)	Gramos	51	2300	102	4600	204	4600
Silicio (Si)	Gramos	137,4	315	274,8	630	549,6	630

Fuente: Elaboración propia a partir de Hernández León (2006) y Medina (2011)

- La tabla 2 sugiere una guía para la cantidad de nutrientes por aplicar en los lotes de multiplicación o producción de semilla, dependiendo del rendimiento proyectado de arroz paddy. Los arroces regionales de porte alto por lo general no superan rendimientos de 2,0 t ha⁻¹, por lo que su fertilización es diferente a un material que supere ese techo de rendimiento. Los materiales regionales de porte alto que están en el banco de germoplasma de AGROSAVIA son Mula Chilimico, Ina Macho, Belepan Mono, Ina Mono, Canillita, Fortuna Blanco, Ina Blanco, Fortuna Morado, Donde lo Tiren y Bluboné. Algunos materiales regionales como Guatapurí y Tumba Casa obtienen rendimientos de 4,0 t ha⁻¹, por lo que

su plan de nutrición es mayor en cuanto al uso de nutrientes, comparados con los demás materiales. Algunas características de estos últimos materiales, como mayor capacidad de macollamiento, menor altura, mayor número de panículas por planta, posición intermedia de la hoja bandera, entre otros, les permiten tener una mayor eficiencia en el uso de los recursos disponibles (agua, luz, nutrientes, etc.), para así obtener una mayor producción de grano paddy. De cualquier forma, siempre es recomendable contar con la asesoría de un ingeniero agrónomo para establecer un plan adecuado de fertilización.

- Las fuentes de fertilización sugeridas para el arroz son: fosfato diamónico (DAP), con un contenido de 18 % de nitrógeno y 46 % de fósforo (18-46-00); el cloruro de potasio (KCl) con un 60 % de fuente de K y para el nitrógeno se usa normalmente urea con porcentaje de nitrógeno del 46 % o el sulfato de amonio que tiene en su fórmula un 21 % de nitrógeno y un 24 % de azufre. En ocasiones, en la etapa de diferenciación del primordio de la panícula, dependiendo de los resultados del análisis de suelo o foliar, se deben aplicar foliarmente microelementos faltantes, reforzados con aplicaciones de potasio y fósforo; también, en esta misma etapa del cultivo, se recomienda hacer una aplicación preventiva de fungicida. Cuando los materiales de arroz son de ciclo largo, mayores a 130 días, se realizan tres aplicaciones, distribuidas 2:1 en la fase vegetativa y reproductiva, respectivamente.

Riego

La principal razón para la inundación en el cultivo del arroz es favorecer el crecimiento de una planta que es adaptada a estas condiciones y así obtener un mayor rendimiento. La función esencial del agua es modificar las características físicas de la planta y el estatus nutricional (químico y físico de suelos) y de esta manera reducir el crecimiento de malezas (figura 20).

Para el manejo del agua de riego, se recomienda utilizar:

- Láminas pequeñas a través de mojes periódicos.
- El sistema de melgas en curvas de nivel, para economizar agua y reducir la erosión hídrica. Para esto se realiza un caballoneo de los lotes según sus pendientes.

Fedearroz (2003) recomienda usar tecnologías como la micronivelación para hacer los caballones bajo la modalidad de curvas de nivel de los equipos Land Plane y Taipa, debido a que mejora la eficiencia del uso del agua en el lote de producción.



Foto: Shirley Patricia Pérez Cantero

Figura 20. Lote con buena lámina de agua y control eficiente de malezas.

Manejo de plagas y enfermedades

Plaga es cualquier organismo capaz de competir con un cultivo y cuyas poblaciones, en niveles críticos, son capaces de causar daños significativos de forma directa o indirecta a los órganos de las plantas y a la economía de los productores.

Para determinar la presencia o el nivel de daño de una plaga o enfermedad, es importante realizar su monitoreo durante todo el ciclo vegetativo. Para ello, se examinan semanalmente 30 plantas tomadas al azar, realizando recorridos en zigzag por el lote de cultivo, y se evalúan posturas (huevos), adultos (mariposas), orificios en los tallos, presencia de gusanos cogolleros, barrenadores y trozadores, hojas amarillentas y enrolladas, rocío de miel y vaneamiento de granos.

En la producción de semilla, uno de los principales problemas fitosanitarios es el manchado del grano (figura 21). En Colombia, los patógenos más comunes asociados con el manchado del grano en arroz de secano son *Helminthosporium* (*Bipolaris*)

oryzae, *Gerlachia oryzae* y *Phyllosticta* sp. También se reporta que estos han manchado el grano y generado la pudrición de la vaina a especies de *Pseudomonas*. El manchado del grano puede presentarse tanto externa, como internamente, lo que influye severamente en la calidad y productividad (Castaño-Zapata, 1983).

En la figura 22 se pueden observar las características anatómicas del chinche de la espiga (*Oebalus insularis*, Hemiptera: Pentatomidae). Su tamaño aproximado es de 8 a 10 mm de largo y es considerado el insecto que genera las mayores pérdidas en la producción de semilla de la especie arroz. En el campo se puede encontrar por focos o individualmente (Monzón Centeno, 2007).



Foto: los autores

Figura 21. Granos afectados con manchado del grano.

Los estados de ninfas y adultos de este insecto son los que ocasionan los daños en los granos de arroz desde la etapa fisiológica “grano lechoso” hasta “grano maduro”, esto lo hacen succionando el contenido del grano en las etapas antes mencionadas, lo que lleva finalmente a un grano vano o estéril; o en su defecto, el daño mecánico al grano abre la puerta para el ataque de diversos hongos oportunistas (Monzón Centeno, 2007).



Foto: José Gregorio Morales Angulo

Figura 22. Chinche de la espiga atacando granos de arroz.



Foto: José Gregorio Morales Angulo

Figura 23. Lote de multiplicación de semilla de arroz con excelente manejo integrado de plagas y estado fitosanitario en hojas y panículas.

En el arroz, al igual que en otros cultivos, para el control de plagas y enfermedades se recomienda el uso de estrategias de manejo integrado de plagas (MIP) (figura 23),

lo cual consiste en la combinación armónica de una serie de prácticas que, sin alterar el equilibrio del medio ambiente, pretenden prevenir que las plagas invertebradas (insectos, ácaros, nematodos, moluscos) patógenas (hongos, bacterias, virus), vertebradas (pájaros y roedores), malezas, entre otros, hagan daño a los cultivos.

Las prácticas culturales como manejo de riego, control oportuno de malezas e insectos y fertilización adecuada ejercen una influencia significativa en el desarrollo de las enfermedades, al favorecer el crecimiento del cultivo y retardar la inoculación y diseminación de los patógenos, lo que reduce la predisposición de las plantas a las enfermedades. La aplicación del manejo químico con fungicidas en arroz fundamentalmente está dirigida al control de la piricularia y al manchado del grano, y estas medidas inciden en el control del resto de las enfermedades. Es recomendable consultar a un ingeniero agrónomo al momento de decidir la aplicación de fungicidas e insecticidas para establecer el manejo de plagas y enfermedades.

Cosecha de la semilla

La cosecha se puede realizar de forma manual (figura 24) o mecánica. La selección del método depende del área de producción, las condiciones locales de disponibilidad de mano de obra, la tecnología existente, las máquinas disponibles y el costo del proceso.

La actividad de cosecha requiere especiales cuidados para que todas las técnicas de producción en campo y la calidad obtenida no se pierdan durante esta labor. Es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones para determinar el momento oportuno de iniciar la cosecha:

- Cuando las semillas empiecen a desgranar, es decir, al presionar la panícula con la mano, algunos granos se sueltan con cierta facilidad.
- Cuando el 92-95 % de los granos tenga color paja y el resto esté verde o amarillento, es decir, que de cada 100 granos, entre 5 y 8 estén todavía de color verde.
- Cuando la humedad del grano esté alrededor del 18 al 24 %.
- 35 días después de floración del cultivo, dependiendo de las condiciones ambientales



Foto: Jorge Luis Romero Ferrer

Figura 24. Operaciones básicas de cosecha. a. Trillado y separación de semillas de la paja; b. Corte de la planta con sus semillas.

Durante la cosecha es importante evitar al máximo las mezclas varietales; es decir, si se tienen lotes con materiales distintos, deben cosecharse de forma individual, usando sacos nuevos, debidamente marcados e independientes para cada material. Las mezclas se pueden también prevenir realizando una limpieza cuidadosa de los equipos, implementos y materiales por utilizar durante la cosecha. Si se llega a presentar mezcla con otros materiales, es difícil que se elimine en el beneficio de la semilla, por lo que es recomendable extremar las medidas para prevenir que ocurra, en especial durante el cultivo y la cosecha del grano.

Beneficio o acondicionamiento de semilla

El objetivo general del beneficio o acondicionamiento de semillas es obtener el máximo porcentaje de semilla pura, con el más alto grado de uniformidad, vigor y germinación a un costo razonable. Para lograr esto, se requiere la remoción del exceso de humedad y contaminantes, y la posterior clasificación y protección de las semillas contra plagas y enfermedades.

La obtención de semillas de alta calidad a bajo costo se basa en principios como:

- Máximo porcentaje de semilla pura, logrado con semillas secas, limpias, uniformes y libres de materiales indeseables.
- Mantenimiento de la calidad en cada paso del beneficio, conservando la pureza y calidad de la semilla, eliminando materiales inertes y semillas con daños mecánicos y ataque de hongos e insectos, principalmente.

El proceso de beneficio de un lote de semillas se realiza en varias etapas, cuya secuencia de operaciones se muestra en la figura 25.

La etapa de recepción de la semilla es fundamental porque dependiendo de la condición con que llegue la semilla del campo, se toman las decisiones del método o proceso de beneficio empleado. Por este motivo, es fundamental la toma de la humedad de la semilla y así someterla al secado indicado, debido a que si no se realiza este proceso, se pueden producir daños causados por hongos principalmente y que podrían llevar a rechazar la semilla por su condición de mala calidad.

La etapa de prelimpieza se realiza antes de someter la semilla a secado. Esta tiene como objetivo reducir el mayor volumen de materiales diferentes a la semilla; se elimina, por lo general, pajilla, partes de hojas y otros residuos que logran pasar por la combinada (cuando se usa cosecha mecanizada) o de partes de la espiga cuando se usa cosecha manual y la semilla de arroz es desprendida de la espiga por medios físicos. La operación de prelimpieza es una labor de gran capacidad y con ella se trata de eliminar las partículas de mayor y menor tamaño presentes en el lote de semillas.

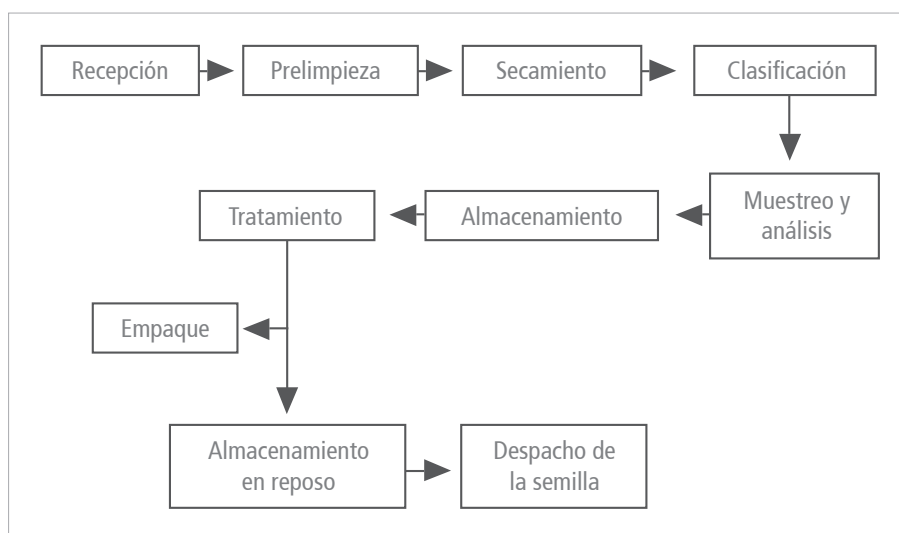


Figura 25. Diagrama del proceso de beneficio de semilla de arroz.

Fuente: Elaboración propia

El secamiento, en lo posible, se debe llevar a cabo inmediatamente después de la prelimpieza. Esta etapa se realiza con el objetivo de llevar la semilla a una humedad del 13 %, sin usar temperaturas superiores a los 40 °C. Cuando la semilla llega del

campo con humedades cercanas al 13 % y hasta al 18 %, se permite el uso de temperaturas altas hasta de 40 °C; mientras que si la semilla presenta humedades mayores al 18 %, no se recomiendan temperaturas superiores a los 35 °C.

Para el secamiento de la semilla de arroz también se pueden usar medios naturales (figura 26). El proceso de secamiento natural consiste en utilizar la energía solar y el viento para secar las semillas de la siguiente manera (Aguirre & Peske, 1988):

- Se debe esparcir la semilla sobre una carpa seca o un piso limpio. Se sugiere realizar esta labor en horas de la mañana para reducir daños en la semilla por exceso de calor en el suelo.
- La capa de semilla esparcida no debe sobrepasar los 10 cm de espesor y tiene que quedar de forma ondulada, con el objetivo de aumentar la superficie expuesta al sol.
- Es indispensable que la semilla se esté revolviendo en lapsos no superiores a los 30 minutos, para facilitar el secamiento, reducir los gradientes de humedad y las temperaturas altas.
- Determinar periódicamente la humedad de la semilla para saber en qué momento suspender el secamiento, usando un determinador de humedad.



Foto: Shirley Patricia Pérez Cantero

Figura 26. Proceso de secamiento natural de semilla de arroz.

La limpieza o clasificación de la semilla es una etapa que tiene como finalidad eliminar por completo las impurezas que hayan quedado después de la prelimpieza, por ejemplo, semillas de malezas o de cultivos contaminantes, semillas vanas y anormales del propio cultivo (pequeñas, quebradas, enfermas), pajas, restos vegetales, insectos, tierra, arena y residuos extraños en general.

El proceso de clasificación consiste en colocar la semilla de arroz sobre una zaranda o máquina que separa las semillas por tamaños. También se puede hacer manualmente, colocando la semilla sobre una superficie plana o mesa para luego separar las semillas, teniendo en cuenta características como longitud, ancho, espesor, forma, textura superficial y color (figuras 27a y 27b). Esta labor la realiza personal experto para lograr eficiencia.



Foto: José Gregorio Morales Angulo

Figura 27. Clasificación manual de semilla de arroz obtenida en lotes de multiplicación.
a. Semillas de arroz de alta calidad; b. Semillas de arroz eliminadas en la clasificación por daños mecánicos, de hongos o de insectos.

Para el proceso de empaque de la semilla de arroz se recomienda el uso de sacos nuevos de fique de 50 kilogramos de capacidad, perfectamente cosidos e identificados con el nombre del material. Las semillas cosechadas en diferentes épocas no se deben mezclar, así pertenezcan al mismo material, ya que la calidad y longevidad puede variar. Lo más recomendable es asignar números o códigos a cada lote de semilla cosechado, indicando, por ejemplo, la época de cosecha, el número del campo o del sitio de producción y el número de generación, para diferenciarlos. El momento más oportuno para empacar las semillas es inmediatamente después de haber concluido el secamiento y después de determinar que el contenido de humedad se encuentre dentro de los límites requeridos para un almacenamiento seguro. La semilla de arroz para almacenamiento debe tener un contenido de humedad del 14 %. Las semillas

secas reabsorberán la humedad del aire del ambiente de almacenamiento y, por lo tanto, habrá que empacarlas sin demora después de retirarlas del secado.

Se recomienda almacenar la semilla viable, sin tratamiento químico hasta que esté próxima a su uso en siembras comerciales. El almacenamiento de la semilla se hace con el objeto de preservar sus características de germinación, hasta su uso para la siembra. Para esto, las semillas se almacenan bajo condiciones ambientales controladas para que mantengan la viabilidad durante periodos prolongados. La longevidad de las semillas depende de su calidad inicial, del contenido de humedad y de la temperatura durante el almacenamiento. En general, para el almacenamiento se usan temperaturas bajas y bajas humedades relativas, en cuartos fríos especialmente diseñados para este proceso (4 °C y 20 % HR). En almacenamiento se emplean estibas de madera, empacadas en sacos apilados, y se mantienen entre estiba y techo, y entre estiba y estiba, aproximadamente un metro de espacio. Cuando se tienen semillas de diferentes materiales, cada una de estas debe ser almacenada en estibas independientes, lo suficientemente distantes unas de otras para evitar posibles mezclas y muy bien identificadas. Para el caso de pequeños agricultores, se pueden tener alternativas de almacenamiento, como el uso de canecas plásticas, al vacío, con cierre hermético.

El tratamiento de la semilla se realiza días antes de su uso para la siembra. Para esto se recomiendan fungicidas a base de carboxim y thiram, solos o en mezcla (concentración de 200 g L⁻¹ para ambos ingredientes), aplicando dosis de 3,0 g por kilogramo de semilla. Para realizar el tratamiento se diluyen 3,0 g de los anteriores productos en 10 ml de agua; luego, se introduce la semilla en un recipiente plástico y se le incorpora la solución anteriormente preparada y, por último, se agita hasta que la semilla esté completamente impregnada de la solución, lo cual se observa por el cambio en su coloración. Una vez tratada la semilla, se pueden utilizar para el empaque, sacos de fique o bolsas de papel *kraft*, preferiblemente de tres capas, para darle resistencia y protección de la semilla contra la humedad. En general, se empaqueta en sacos de 50 kg, perfectamente identificados con el nombre del material, lote de semilla, fecha de su producción y sus características de calidad. La semilla así tratada y almacenada ya no es apta para el consumo humano, lo cual deberá indicarse en el saco de almacenamiento.

La Resolución ICA n.º 3168 de 2015 indica las condiciones finales que debe reunir una semilla para ser apta para la siembra comercial. Según la categoría, debe cumplir con los valores relacionados en la tabla 3.

Tabla 3. Condiciones finales que debe reunir la semilla de arroz para la certificación

Determinaciones	Categoría de la semilla		
	Básica	Registrada	Certificada
Análisis de pureza			
Semilla pura (mín.) %	99,0	99,0	99,0
Materia inerte (máx.) %	1,0	1,0	1,0
Otras determinaciones			
Semillas de otras variedades (máx.) semilla/kg	0	10	50
Semillas de otros cultivos (máx.) semilla/kg	0	1	3
Semillas de malezas comunes (máx.) semilla/kg	0	1	3
Semillas de malezas nocivas (máx.) semilla/kg	0	1	2
Semillas de malezas prohibidas (máx.) semillas/kg	0	0	0
Enfermedades transmitidas por semilla	0	0	0
Humedad (máx.) %	14	14	14
Germinación (mín.) %	80	80	80
Semilla de arroz rojo (máx.) semilla/kg	0	0	1

Fuente: ICA (2015)

Los autores

Jorge Luis Romero Ferrer

jromero@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0002-7249-6549>

PhD en Producción Vegetal, de la Universidad Estatal del Norte Fluminense (Campos dos Goytacazes, Brasil). Magíster en Fisiología Vegetal de la Universidad Federal de Lavras (Minas Gerais, Brasil). Ingeniero agrónomo egresado de la Universidad de Córdoba (Colombia). Se ha desempeñado como ingeniero agrónomo en manejo de suelos y aguas, y en el manejo del componente biótico en cultivos *in situ* de camarones; también como gestor de proyectos rurales en las Umata de Tumaco (Nariño); gestor de liderazgo y ejecución de proyectos agrícolas en AGROSAVIA; evaluador de proyectos de investigación del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; monitor de hidráulica en la Universidad de Córdoba; y como profesor catedrático de Metodología de la Investigación y de Morfofisiología Vegetal. Cuenta con más de veinte publicaciones en revistas indexadas a nivel nacional e internacional, así como con múltiples contribuciones como autor de capítulos de libros, cartillas y manuales técnicos.

José Gregorio Morales Angulo

jgmorales@agrosavia.co

<http://orcid.org/0000-0001-8898-2042>

Ingeniero agrónomo egresado de la Universidad de Córdoba (Colombia). Se ha desempeñado en AGROSAVIA principalmente en investigación sobre el manejo integrado y la fisiología de cultivos transitorios, plátano, aguacate y frutales. Cuenta con amplia experiencia en la producción de semillas de algodón, maíz, arroz y aguacate.

Shirley Patricia Pérez Cantero

sperezc@agrosavia.co

<http://orcid.org/0000-0001-5260-0321>

Magíster en Dirección del Desarrollo Local del Instituto Superior de Educación, Administración y Desarrollo (España) y de la Universidad Francisco de Paula Santander de Cúcuta (Colombia). Ingeniera agrónoma egresada de la Universidad de Córdoba (Colombia).

Se ha desempeñado como ingeniera agrónoma en el manejo integrado de cultivos, especialmente, de raíces y tubérculos; como facilitadora de emprendimientos productivos en comunidades rurales y en procesos organizacionales; y en formulación, liderazgo y ejecución de proyectos agrícolas en AGROSAVIA. Cuenta con amplia experiencia en trabajo con pequeños productores en el mejoramiento participativo e investigación en campo.

Glosario

Acondicionamiento o beneficio: Proceso mediante el cual se somete a prelimpieza, secamiento, clasificación, pesaje, empaque, identificación o tratamiento el material vegetal cosechado.

Arroz regional: Semilla conservada a través del tiempo y producida por comunidades locales con características bien definidas, genéticamente heterogéneas y reconocidas en su localidad. No se caracterizan como sustancialmente similares a los cultivares comerciales.

Calidad de semilla: Conjunto de atributos de la semilla que involucra los factores genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios.

Depuración: Eliminación de plantas fuera de tipo, en la cual se dejan solo aquellas que son homogéneas y que presentan las mismas características.

Germinación: Es el proceso mediante el cual una semilla se desarrolla hasta convertirse en una nueva planta. Este proceso se lleva a cabo cuando el embrión se hincha y la cubierta de la semilla se rompe.

Malezas no nocivas: Son plantas silvestres que se encuentran dentro del lote y que no compiten con el cultivo.

Malezas nocivas: son aquellas plantas ajenas al cultivo y que compiten directamente con este por agua, luz, nutrimentos, espacio, etc.

Procedimiento operativo estandarizado (poe): Es un documento que describe (mediante un conjunto de instrucciones o pasos) las diferentes operaciones, métodos y actividades para ser normalizadas o estandarizadas en un área específica.

Semilla seleccionada: Semilla de un cultivar obtenido mediante mejoramiento genético, como consecuencia de la aplicación de conocimientos científicos destinada a la producción de cultivos que no han sido producidos bajo control de generaciones y sobre la cual el ica podrá ejercer control durante su comercialización; esto para verificar que reúna los factores de calidad establecidos en la legislación vigente (Resolución ICA n.º 003168 del 7 de septiembre de 2015).

Semilla: Se considera semilla el óvulo fecundado y maduro o cualquier otra parte vegetativa de la planta generada como consecuencia de la aplicación de conocimientos científicos usados para la siembra o propagación.

Vigor: Es el conjunto de propiedades que determinan el nivel de actividad y capacidad de las semillas durante la germinación y posterior emergencia de las plántulas. Las semillas con buen comportamiento se consideran semillas de alto vigor.

Normatividad

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Resolución 3168 (7 de septiembre 2015). “Por medio de la cual se reglamenta y controla la producción, importación y exportación de semillas producto de mejoramiento genético para la comercialización y siembra en el país, así como el registro de las unidades de evaluación agronómica y/o unidades de investigación en fitomejoramiento y se dictan otras disposiciones”. *Diario Oficial*, n.º 49632, Bogotá, Colombia.

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Resolución n.º 003888 (17 de diciembre de 2015). “Por medio de la cual se adiciona un artículo transitorio y se modifica la Resolución ICA n.º 003168 de 2015”.

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Registros nacionales mayo 03 de 2018.

Referencias

- Aguirre, R., & Peske, S. T. (1988). *Manual para el beneficio de semillas*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Agronet. (2013). *Anuario estadístico del sector agropecuario 2012 noviembre 28 de 2013*. Recuperado de <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Noticia842.aspx>
- Aguilera Díaz, M. M. (2004). La Mojana: riqueza natural y potencial económico. *Revista del Banco de la República*, 77(925), 44-105.
- Castaño-Zapata, J. (1983). Microorganismos asociados con el manchado de granos del Arroz en Colombia. *Arroz*, 34(336), 22-25.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (1998). *Caracterización biofísica, socioeconómica y tecnológica de los sistemas de producción agropecuarios de la región de La Mojana*. Cerete, Colombia: autor.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2012). *Informe técnico final: actualización de la información socioeconómica y climática, medida del impacto de la inundación en los sistemas de producción y establecimiento, a nivel de prefactibilidad de la viabilidad de sistemas de producción alternativos adaptados a condiciones socioeconómicas y agroecológicas con el fin de contribuir al desarrollo humano y sostenible de La Mojana*. Fondo de Adaptación.
- Degiovanni B., V., Berrio, L. E., & Charry, R. E. (2010). Origen, taxonomía, anatomía y morfología de la planta de arroz (*Oryza sativa* L.). En B. V. Degiovanni, C. P. Martínez R., & F. Motta O. (Eds.), *Producción ecoeficiente de arroz en América Latina. Tomo I* (pp. 35-59). Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

- Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz). (2003). *Manejo integrado de malezas*. Bogotá, Colombia: autor.
- Hernández León, F. (2006). Requerimientos nutricionales de la variedad de arroz Fedearroz 369 en los Llanos Orientales. *Arroz*, 54(465), 8-15.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2009). Resolución n.º 000456 del 16 de febrero del 2009. “Por medio de la cual se establecen los requisitos específicos para la producción de semilla certificada de arroz para siembra”. Bogotá, Colombia.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2015). Resolución n.º 003168 del 7 de septiembre de 2015. “Por medio de la cual se reglamenta y controla la producción, importación y exportación de semillas producto del mejoramiento genético para la comercialización y siembra en el país, así como el registro de las unidades de evaluación agronómica y/o unidades de investigación en fitomejoramiento y se dictan otras disposiciones”. Bogotá, Colombia.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2015). Resolución n.º 003888 del 17 de diciembre de 2015. “Por medio de la cual se adiciona un artículo transitorio y se modifica la Resolución ICA n.º 003168 de 2015”.
- Infoagro. (2018). *El cultivo de arroz (1º parte)*. Recuperado de <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>
- Medina, J. (2011). Requerimientos nutricionales de la variedad de arroz Fedearroz Lagunas Clearfield en Gamarra. Cesar. *Arroz*, 58(493), 4-10.
- Monzón Centeno, A. (2007). *Manejo integrado del Chinche de la espiga del arroz*. Fundación para el desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (Funica); Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (s. f.). *Sistema de semillas*. Recuperado de <http://www.fao.org/agriculture/crops/mapa-tematica-del-sitio/theme/seeds-pgr/seed-sys/es/>

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Este manual tiene como propósito que el pequeño y mediano productor de arroz regional o criollo de la subregión La Mojana cuente con indicaciones claras para producir semilla de buena calidad, a partir de técnicas agronómicas validadas y reconocidas por el Instituto Colombiano de Agropecuario (ICA). Este aporte es fruto de la inversión social del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural a través del aporte al Plan Nacional de Semillas —implementado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)—, y del acompañamiento del ICA y del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

Para AGROSAVIA y sus investigadores es importante hacer entrega de este manual, que compila la información esencial sobre la caracterización de la semilla, la preparación del terreno, la fertilización, la cosecha y el beneficio, entre otras herramientas imprescindibles para preservar el banco genético de los materiales de arroz regionales. De esta manera, se contribuye a prevenir la pérdida parcial o total de este material, en caso de emergencias como la ola invernal presentada en años anteriores en Colombia.

www.agrosavia.co



BAC

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

CORREO: **bac@agrosavia.co**

TELÉFONO: **(57 1) 422 73 00 EXT. 1257 o 1274**

SKYPE: **[biblioteca.agropecuaria](https://www.skype.com/people/biblioteca.agropecuaria)**

Distribución gratuita
Prohibida su venta



**El campo
es de todos**

Minagricultura