



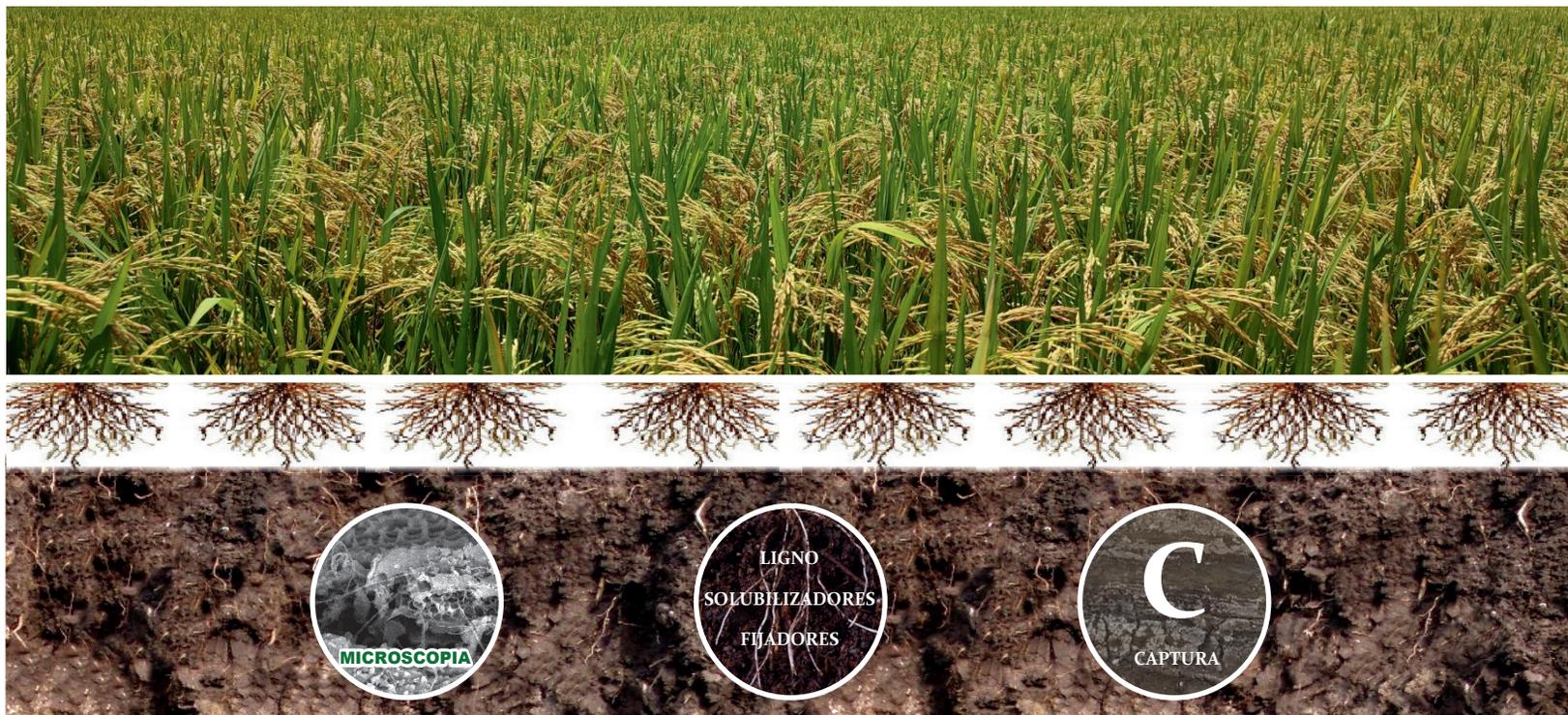
**MINISTERIO DE AMBIENTE Y
DESARROLLO SOSTENIBLE**



FEDEARROZ
FONDO NACIONAL DEL ARROZ



BUENAS PRACTICAS PARA EL MANEJO DE LOS COPRODUCTOS ORGÁNICOS DE LA COSECHA DEL ARROZ



MINISTERIO DE AMBIENTE Y
DESARROLLO SOSTENIBLE



FEDEARROZ
FONDO NACIONAL DEL ARROZ

Rafael Hernández Lozano, Gerente General FEDEARROZ
Myriam Patricia Guzman Garcia, Subgerente Técnico. FEDEARROZ - FNA

Redacción y diseño:
Alfredo Cuevas Medina, Investigador y transferidor de tecnología FEDEARROZ FNA
Belkis Tatiana Pinto Mariño: Asesor Técnico Integral. FEDEARROZ - PNUD

Asesores Técnicos - Convenio FEDEARROZ-PNUD:

Belkis Tatiana Pinto Mariño
Cindy Marcela Parrales Arango
Diana Marcela Echeverry Barreto
Eduard Leonardo Quinchanegua Pineda
Karen Mayerly Castellanos Hernández
Laura Viviana Morales Tejeiro
Leonardo Arvey Sánchez Pérez
Maira Alejandra Medellín Fernández
Manuel de Jesús Pérez Alvis
Mayra Andrea Reyes Castro
Sthepany Rengifo Sterling

Rediseño y Diagramación:
Mónica Vera Buitrago - editorialmvp@gmail.com

© Federación Nacional de Arroceros, FEDEARROZ - FNA
© Fondo Nacional del Arroz
© Adopción Masiva de Tecnología - AMTEC

Primera Edición: Agosto 2022

Esta publicación es financiada con aportes del Fondo para el medio ambiente mundial (GEF), a través del acuerdo firmado con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en el marco del proyecto COL98842 ejecutado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	4
LOS COPRODUCTOS ORGÁNICOS DE LA COSECHA DEL ARROZ	6
1. COMPOSICIÓN DEL TAMO	10
2. LA IMPORTANCIA DEL TAMO EN EL SISTEMA PRODUCTIVO DEL ARROZ	11
2.1 Cantidad de tamo producido	11
2.2 Aprovechamiento del tamo	12
2.2.1 Longitud de corte	12
2.2.2 Transformación del tamo en materia orgánica	14
2.2.3 Microorganismos transformadores del tamo del arroz	15
2.2.4 Suministro de riesgo	15
2.2.5 Como utilizar los microorganismos transformadores del tamo del arroz	16
2.2.6 Efectos de los microorganismos en las estructuras del tamo	16
2.2.7 Proceso de degradación del tamo	17
2.3 No quemar el tamo del arroz	18
2.4 Ventaja de incorporar el tamo del arroz	20
3. AMIGO PRODUCTOR RECUERDE	21
3.1 Logros relevantes del proyecto COL98842	22
3.1.1 Transferencia de tecnología para la disminución de quema de tamo de arroz e implementación de prácticas benéficas para la disminución de los Contaminantes Orgánicos Persistentes	22
3.1.2 Asesoría técnica a los productores en el programa AMTEC	24
3.1.3 Las experiencias de los productores en el manejo racional del tamo	25
4. BUENAS PRÁCTICAS PARA EL MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DEL ARROZ	26
4.1 La presiembra en la campaña arrocerá	28
4.2 Germinación a emergencia	29
4.3 Formación de hojas completas y macollamiento	30
4.4 Elongación de entrenudos y floración	31
4.5 Llenado del grano y maduración	32
4.6 Manejo de la postcosecha	33
4.7 Manejo de residuo de cosecha	34
5. BIBLIOGRAFÍA	35
6. AGRADECIMIENTOS	36

PRESENTACIÓN

Colombia mediante la ley 1196 de 2008 ratificó el convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) con el objeto de proteger la salud humana y el medio ambiente de la presencia de estos contaminantes, mediante la adopción de medidas para prevenir y mitigar la liberación de los COP denominados no intencionales.

Como parte del cumplimiento de los compromisos adquiridos el Ministerio de Ambiente con el apoyo del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD y el Global Environment Facility-GEF, adelanta el proyecto COL 98842/94749, el cual tiene como objetivo, la reducción de los COP no intencionales proveniente de la quema de biomasa.

Con el fin de desarrollar dicha actividad se realizó un convenio con la Federación Nacional de Arroceros-FEDEARROZ con tres objetivos primordiales: asesorar a los productores arroceros colombianos mediante la implementación del Programa de Adopción Masiva de Tecnología (AMTEC); implementar buenas prácticas agrícolas para la transformación del tamo y transferir tecnología para todos los actores primordiales del sector arrocero como agricultores, asistentes técnicos e instituciones del gobierno.

Este manual es una recopilación de algunas buenas técnicas ambientales en el cultivo del arroz, el cual, sirve como guía de orientación a los productores de alimentos sobre el manejo de los coproductos orgánicos de la cosecha del arroz (tamo) con el fin de evitar su quema y reducir las emisiones de Contaminantes Orgánicos Persistentes-COP, así como Gases de Efecto Invernadero-GEI en el cultivo.



EL ARROZ EN COLOMBIA



El IV Censo Nacional Arrocerero realizado por FEDEARROZ-FNA y el DANE estableció que el cultivo de arroz mecanizado se desarrolla en 23 departamentos del país y 211 municipios, involucrando a más de 16 mil productores y 25 mil Unidades Productoras Agropecuarias UPA.

El cultivo del arroz en Colombia se desarrolla mecanizada y manualmente. Esta última representa aproximadamente el 1% de la producción arrocerera del país y es destinado principalmente en autoconsumo.

El cultivo mecanizado del arroz se puede dividir en dos sistemas: Riego y Secano. El sistema riego se encuentra primordialmente vinculado a las zonas arroceras de: El Centro, Costa Norte y Santanderes, donde están ubicados los grandes distritos de riego existentes en el territorio nacional, mientras que el sistema de secano se realiza principalmente en las zonas Llanos Orientales y Bajo Cauca, y depende del régimen de lluvias y oferta hídrica presente en dichas zonas.

En términos de áreas sembradas, Casanare (27,6%), Tolima (18,2%), Meta (13,5%), Sucre (8,3%), Huila (6,7%) y Norte de Santander (6,1%), acumulando conjuntamente el 80,5% del área total sembrada (IV CNA, 2016)

La siembra de arroz en Colombia se desarrolla en dos campañas correspondientes a los dos semestres del año, siendo el primero entre enero y junio, el periodo donde se siembra el mayor número de hectáreas aproximadamente el 65% del total nacional anual. En el segundo semestre (julio-diciembre) las siembras son principalmente en las zonas de riego, concentrándose en los meses de septiembre y octubre y equivalen a un 35% del área sembrada en el año.

En las dos primeras décadas del siglo XXI, la producción de arroz paddy seco en Colombia experimentó un aumento del 32% pasando de 2,2 millones de toneladas en el año 2000 a 2,9 millones de el 2020. Esto indica un crecimiento promedio de 2% anual en la cantidad producida. Este comportamiento expansivo corresponde principalmente al aumento del área sembrada en secano, la cual se incrementó en 106% en el periodo observado.

El consumo de arroz en Colombia para el año 2020 fue de 37,2 kilogramos por habitante. Las mediciones de consumo en los hogares per cápita realizados dentro del convenio DANE-FEDEARROZ-FNA por el Departamento Administrativo nacional de Estadísticas (DANE) en la encuesta de Calidad de Vida (ECV) reportan un valor de 46 kilos por persona para el año 2020.

LOS COPRODUCTOS ORGÁNICOS DE LA COSECHA DEL ARROZ



Llamamos Tamo a las partes de la planta del arroz compuesta por tallos, hojas, raquis de la panícula como parte aérea y las raíces que quedan en el suelo.

Más que un residuo, el Tamo es un subproducto del cultivo del arroz y una materia prima disponible para la formación de materia orgánica mediante la aplicación de microorganismos transformadores.

1. COMPOSICIÓN DEL TAMO DEL ARROZ

El tamo de arroz presenta diversas estructuras formadas por polímeros como la celulosa, la hemicelulosa, la lignina y la sílice.

La Celulosa, Hemicelulosa y Lignina son tres polímeros fundamentales que constituyen las paredes de las estructuras de la planta. Son consideradas sustancias macromoleculares.

* La Lignina se encarga de engrosar el tallo, darle rigidez, resistencia y su contenido es del 12 al 16%.

* La Celulosa es la base estructural de las células vegetales y su contenido está entre 28 y 36%.

* La Hemicelulosa componente de las paredes celulares hace parte de las sustancias de soporte y estructura, su contenido está entre el 23 - 28%.

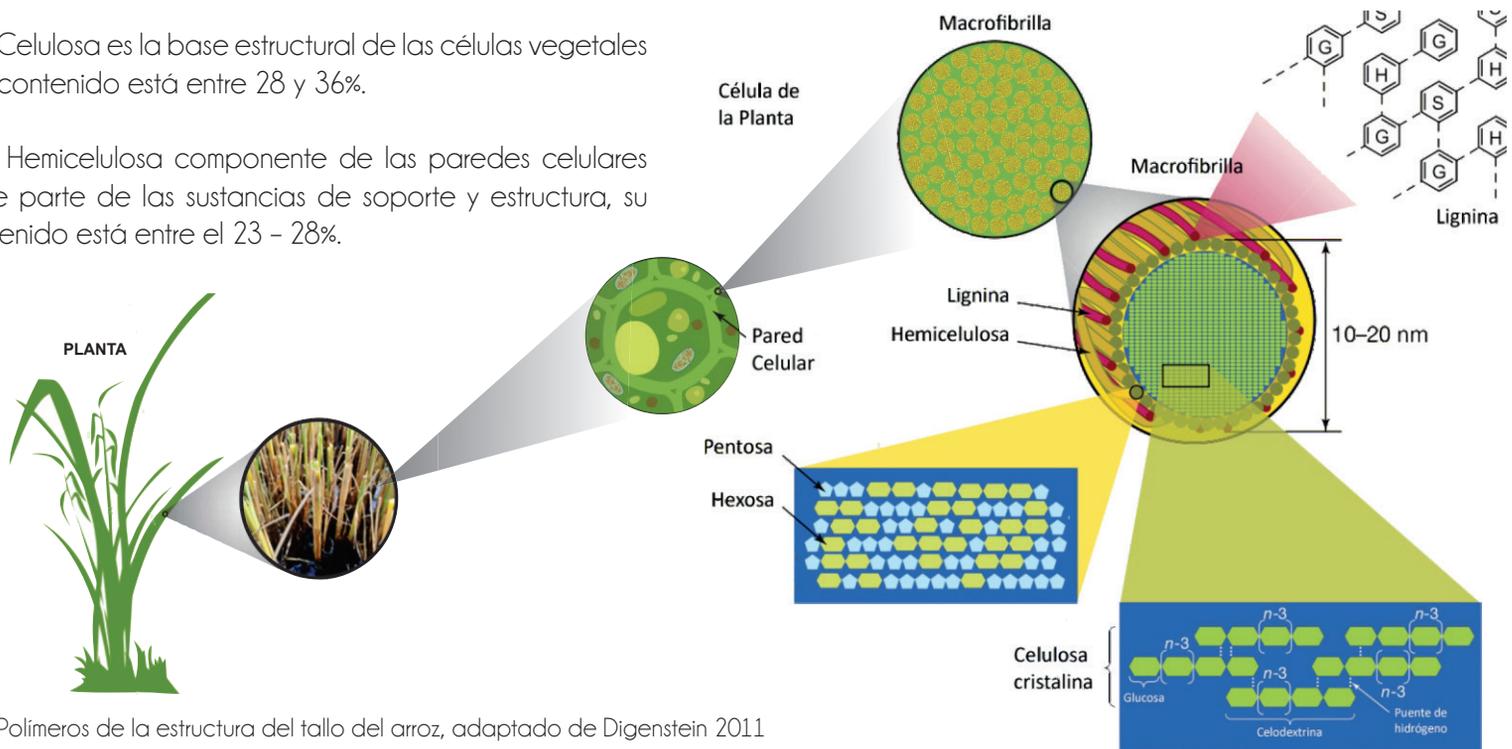


Fig. 1 - Polímeros de la estructura del tallo del arroz, adaptado de Digenstein 2011

2. LA IMPORTANCIA DEL TAMO EN EL SISTEMA PRODUCTIVO DEL ARROZ

2.1 CANTIDAD DE TAMO PRODUCIDO

Para producir 1 kilogramo de arroz paddy se necesitan 3 kilogramos Tamo (hojas, tallos y raíces) para sostener el grano; este se cosecha con el 24% de humedad y el tamo verde conserva entre el 40 y 60% de humedad.

El Tamo Verde es el coproducto que queda después de la cosecha del grano y se considera tamo seco cuando pierde la humedad en el campo al exponerse al sol, llegando a tener una humedad del 10 al 20%.

La producción de Tamo Verde oscila entre 21 a 26 toneladas/hectárea (ton/ha) (Figura 2) y varía con la época de siembra, la uniformidad del cultivo, la variedad sembrada y la zona de producción (figura 3). Al secarse el Tamo se calcula entre 7 a 13 toneladas/hectárea (ton/ha).

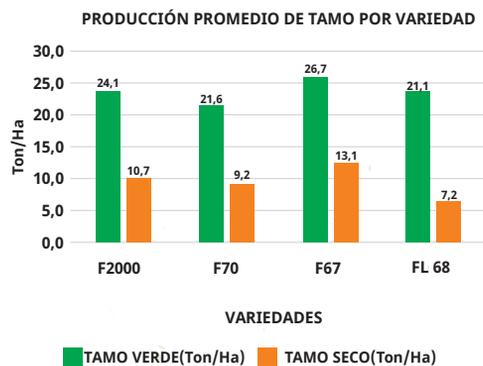


Fig. 2 - Producción de Tamo verde y Tamo seco por Variedad
FUENTE: FEDEARROZ (FNA) - PNUD

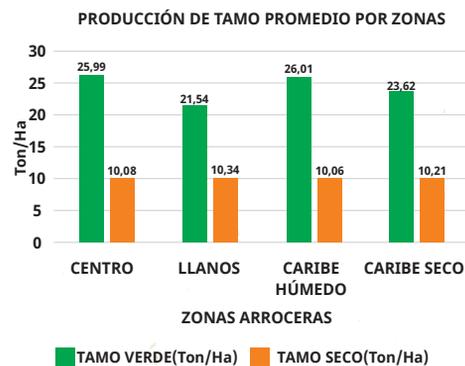


Fig. 3 - Producción de Tamo Verde y Tamo Seco por zonas
FUENTE: FEDEARROZ (FNA) - PNUD

EL MANEJO DEL TAMO COMO FUENTE DE MATERIA ORGÁNICA DEBE HACERSE DESDE EL MOMENTO DE LA COSECHA. A MEDIDA QUE EL TAMO PIERDE HUMEDAD SU TRANSFORMACIÓN TARDA MÁS TIEMPO



DESBROZADORA: Implemento de corte especializado para desmenuzar los coproductos orgánicos de la cosecha del arroz. Los pica finamente con cuchillas o martillos (de 3, 7 y 10 cm) esparciéndolos en el suelo; para tamo verde se recomienda una velocidad de 6 Km/h y en tamo seco de 9 Km/h. Seguir las recomendaciones de operación y mantenimiento dadas por el fabricante. Fig. 4



Fig. 4 - Desbrozadora

2.2 APROVECHAMIENTO DEL TAMO

El Tamo debe tener un proceso para que se transforme en materia orgánica aprovechable en el suelo:

2.2.1 LONGITUD DE CORTE

El primer corte lo realiza la cosechadora o combinada. Al cosechar el grano, este corte se realiza de 30 a 50 cm de altura. El sistema de trilla separa el grano y el sistema de separación y limpieza expulsa el tamo se debe repicar en partes, algunas combinadas poseen repicadoras de tamo que se ubican en la parte trasera de la máquina y se encarga de esparcir y repicar finamente el tamo.

Los residuos en el campo se deben repicar en partes muy pequeñas, entre menor sea su tamaño más rápido será su transformación con la aplicación de microorganismos. Lo ideal es cortarlos entre 2 a 5 cm de longitud. Las herramientas más comunes para realizar el corte del tamo son:

LA GUADAÑADORA: Es un implemento de corte, acelerado por un motor que transmite velocidad a través de una barra de engranaje al sistema de corte, se realiza con una cuchilla.

Es operada manualmente y los residuos quedan cortados a una longitud entre 20 - 40 cm. Fig. 5



Fig. 5 - Guadaña



Fig. 6 - Corta maleza

CORTA MALEZA O ROTO SPEED: Diseñada para el corte del tamo del arroz, mediante cuchillas alargadas y pueden ser de tiro o de alce hidráulico. La altura de corte de las cuchillas se obtiene graduando la posición de las llantas, los cortes pueden ir desde 3.5 cm a 41.1 cm según el modelo. (Seguir las recomendaciones de operación y mantenimiento del fabricante). Fig. 6



Fig. 7 - Rolo faca

ROLO FACA: También llamado Rolo Cuchillo es un implemento que corta y aplasta los coproductos orgánicos de la cosecha del arroz, sin remover el suelo. Su labor es superficial manteniendo la cobertura con los residuos de cosecha que proporciona beneficios económicos y ambientales. Está compuesto por un cilindro de 30 a 60 cm de diámetro con cuchillas incrustadas sin filo de 8 a 10 cm de alto en diferentes formas: rectas, helicoidales o en V. (Seguir las recomendaciones de operación y mantenimiento del fabricante). Fig. 7



Fig. 8 - Rastrillo hilerador

RASTRILLO HILERADOR: Es un implemento giratorio cuya labor consiste en esparcir, amontonar u orillar los residuos de cosecha. Cualquiera de estas funciones puede usarse dependiendo del destino del residuo. Sus sistemas están compuestos de juegos de resortes terminados en ganchos de arrastre, la altura puede ajustarse mediante una palanca en la caja de cambios según el modelo y consta de 4 a 16 cuerpos ajustables y plegables que faciliten el desplazamiento y la labor. No es una herramienta de corte. Fig. 8

2.2.2 TRANSFORMACIÓN DEL TAMO EN MATERIA ORGÁNICA

Por su composición de celulosa, lignina, hemicelulosa y sílice, el tamo del arroz requiere de la presencia de microorganismos que degraden estos polímeros, proporcionándole fragilidad y posterior transformación del tamo en materia orgánica.

De acuerdo con el polímero que afectan, los hongos o bacterias aplicadas son de tipo celulolíticos, Ligninolíticos, amilolíticos y hemicelulíticos. Para comprobar los efectos del microorganismo se realiza una prueba de consistencia del tamo.

La prueba de consistencia del tamo se realiza para verificar el efecto de los microorganismos al afectar las estructuras y se mide a través del tiempo después de la aplicación de los microorganismos. La clasificación de la consistencia va desde rígido, ligeramente rígido, intermedio, frágil y muy frágil. Esta prueba permite tomar decisiones del manejo para comenzar la campaña arrocerá.

GRADO

1

RÍGIDO



No se puede partir con las manos, se observan los residuos bien formados.

GRADO

2

LIGERAMENTE RÍGIDO



Con dificultad se parte con las manos, los tallos conservan su forma y las hojas desgastadas.

GRADO

3

INTERMEDIO



Se fractura el tamo con las manos, los tallos conservan su forma, pero están porosos, las hojas se deshacen.

GRADO

4

FRÁGIL



Se puede desmigajar el tamo con las manos, los tallos están suaves y blandos, no se observan hojas.

GRADO

5

MUY FRÁGIL



El tamo está desintegrado en pequeñas fibras.

2.2.3 MICROORGANISMOS TRANSFORMADORES DEL TAMO DEL ARROZ

Existen diferentes microorganismos que son capaces de degradar el tamo, como son hongos y bacterias, que se pueden clasificar según el tipo de polímero que compone el tamo y que se desea degradar, como se señala a continuación:

CELULOLÍTICOS

Producen enzimas específicas que catalizan la degradación biológica de la lignocelulosa.

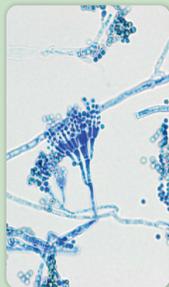
- Penicillium sp
- Trichoderma sp
- Aspergillus
- Actinomyces
- Mucor sp
- Chaetomium
- Verticillium
- Tricurus
- Bacillus
- Lactobacillus sp
- Streptomyces
- Saccharomyces



LIGNINOLÍTICOS

Mineralizan la lignina basada en la producción de radicales libres por medio de las enzimas extracelulares, son llamados también hongos de la pudrición.

- Aspergillus
- Verticillium
- Penicillium sp
- Cladosporium sp
- Trichoderma sp
- Humicola
- Mortierella
- Pleorotus ostreatus



HEMICELULOLITICOS

Son bacterias capaces de degradar a las hemicelulosas, liberando las pentosas, hexosas y ácidos uránicos, convirtiéndose en glucosa o fructuosa, muchas de esas capaces de degradar además a la celulosa.

- Eubacterias
- Bacillus
- Cytophaga
- Erwinia
- Penicillium sp
- Glomerella
- Aspergillus
- Trichoderma sp



2.2.4 SUMINISTRO DE RIEGO

Para que los microorganismos afecten los polímeros se debe suministrar humedad al tamo aplicado, la humedad acelera el proceso de degradación y la transformación en materia orgánica. Es importante humedecer el tamo porque en el tamo seco la eficiencia de los microorganismos es muy lenta.

2.2.5 CÓMO UTILIZAR LOS MICROORGANISMOS TRANSFORMADORES DEL TAMO DEL ARROZ

Desde la cosecha del grano del arroz, se debe iniciar inmediatamente el proceso de degradación del tamo. Se recomienda seguir los siguientes pasos para la transformación del tamo en materia orgánica:

1. Pique lo más fino posible el Tamo utilizando la herramienta disponible y adecuada.
2. Distribuya uniformemente el Tamo en el campo. Evite las capas gruesas.
3. Seleccione el producto o mezcla de productos recomendados para la degradación.
4. Aplique uniformemente los microorganismos sobre los coproductos orgánicos de la cosecha del arroz.
5. Mantenga el campo lo más húmedo posible para favorecer el efecto de los microorganismos. Evite la inundación.
6. Realice pruebas de consistencia del Tamo semanalmente.
7. Proceda a la labor programada que puede ser cobertura, preparación, siembra o manejo de socas.
8. Si utiliza el barbecho como alimentación del ganado, consulte con el Médico Veterinario sobre la viabilidad de usar los microorganismos.

2.2.6 EFECTOS DE LOS MICROORGANISMOS EN LAS ESTRUCTURAS DEL TAMO

El hongo o bacteria invade las paredes rígidas de los residuos que están compuestas por polímeros. Para observar este efecto se tomaron imágenes de microscopía electrónica de barrido (MEB) donde se observa la secuencia del proceso. Las imágenes fueron tomadas a resolución de 2048x1768 pixeles con voltaje de aceleración de 25 kilovatios, las muestras fueron recubiertas con metal de oro para evitar el daño de los electrones. Las imágenes se procesaron con un microscopio electrónico. A continuación se ilustra el proceso del aprovechamiento del tamo en el campo y posteriormente el efecto de los microorganismos observados por microscopía



CORTE DEL TAMO



APLICACIÓN



RIEGO



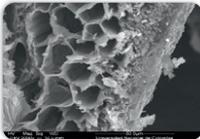
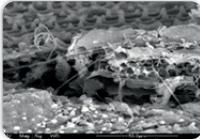
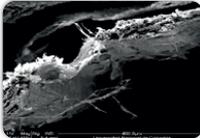
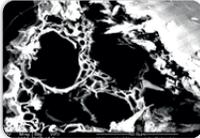
PRUEBA DE CONSISTENCIA



LABOR PROGRAMADA

2.2.7 PROCESO DE DEGRADACIÓN DEL TAMO

IMAGENES DE MICROSCOPIA ELECTRONICA (MEB)

	DESCRIPCIÓN	IMAGEN DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA
TIEMPO EN DIAS 1	Aplicación del microorganismo <i>Pleorotus ostreatus</i> (Ligninolítico) y <i>Penicillium pinophilium</i> (Celulolítico) sobre el tamo de arroz y humedecimiento del sustrato. Se observan las estructuras de las capas de polímeros que dan consistencia a los residuos. Para este tiempo el tamo según la clasificación de consistencia corresponde al grado 1 (Rígido).	
TIEMPO EN DIAS 10	Las estructuras de los polímeros se observan degradadas, se evidencia la invasión del micelio del hongo y la formación de estructuras microscópicas de reproducción. Para este tiempo el tamo según la clasificación de consistencia corresponde al grado 3 (Intermedio).	
TIEMPO EN DIAS 20	Los microorganismos han mineralizado la lignina y se observa pudrición en las estructuras. Para este tiempo el tamo según la clasificación de consistencia corresponde al grado 4 (frágil).	
TIEMPO EN DIAS 40	Degradación total de las estructuras celulares y transformación del tamo en materia orgánica disponible. Para este tiempo el tamo según la clasificación de consistencia corresponde al grado 5 (Muy frágil).	
TIEMPO EN DIAS 40	TESTIGO SIN APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS Cuando no se aplican microorganismos el proceso de degradación es muy lento y el tamo poco pierde rigidez conservándose las estructuras de los polímeros.	

2.3 NO QUEME EL TAMO DEL ARROZ

La quema del tamo es una práctica que en un 90% se realiza con fuego para incinerar los residuos, esta práctica ocasiona diferentes alteraciones al liberarse contaminantes orgánicos persistentes (COP) ocasionando daños en el ambiente y a los seres vivos de igual forma afectando el suelo, la atmósfera y la salud de las personas.



EFFECTOS EN LA ATMÓSFERA

- Emisiones de gases de efecto de invernadero como Dióxido de Carbono (CO₂), Monóxido de Carbono (CO), Metano (CH₄) o los Óxidos de Nitrógeno (NO_x).
- Emisiones de humo que arrastran los contaminantes orgánicos persistentes (COP).
- Alteraciones en la calidad del aire.



EFFECTOS EN EL SUELO

- Los nutrientes que contiene el tamo se calcinan y no son disponibles.
- Hay pérdidas de nutrientes importantes.
- Las altas temperaturas afectan la humedad y los microorganismos del suelo.
- Contribuye a la erosión del suelo.
- Se aumenta la emisión de gases de efecto de invernadero.
- Afecta la fauna benéfica que se aloja en el suelo.



EFFECTOS EN LA SALUD

- Se ha observado que los COP no intencionales están vinculados con la formación de cáncer en humanos, así mismo la presencia de estos contaminantes se han vinculados a afectaciones en los sistemas reproductivo, endocrino e inmunológico. Así mismo, las quemadas de biomasa generan otros contaminantes como material particulado (PM), hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles (VOC); los cuales en salud tienen múltiples efectos negativos en la salud.

Al quemar el Tamo se pierden los nutrientes importantes que podrían usarse en la nutrición del cultivo. Si asumimos que una hectárea produce 10 toneladas de Tamo Seco perdemos:



*Al aprovechar el tamo, este se constituye en fuente de materia orgánica, esta materia orgánica transformada permite el establecimiento de los microorganismos transformadores o fijadores de los nutrientes que contribuyen a una mayor eficiencia de las fuentes de fertilizantes aplicados, esto traduce en un importante ahorro económico en los costos de la fertilización.

*Amigo productor los fertilizantes clorados y plaguicidas son fuentes de contaminantes orgánicos persistentes al quemar los coproductos orgánicos de la cosecha del arroz. Recuerde que una de las principales fuentes de potasio son los coproductos orgánicos como el tamo ya que alrededor de un 85% del potasio queda en el tamo del arroz el cual debemos aprovechar.

*Una tonelada de tamo seco contiene 1,1Kg de fósforo, 9,2 kg de Potasio; 3,6 kg de Calcio; 0,93 kg de magnesio; 1,65 kg de azufre y 11,9 kilogramos de silicio.

También en la quema del TAMO se liberan gases de efecto invernadero (GEI), responsables del calentamiento global. Cada gas tiene un poder de calentamiento diferente (P.C.G). Por ejemplo: el óxido nitroso a pesar de tener emisiones más bajas al quemar 1 hectárea de tamo, tiene un mayor potencial de calentamiento global (P.C.G) de 298.

Ahora bien, en el caso del dióxido de carbono se producen 52.000 kg al quemar el tamo en 1 hectárea y su P.C.G es de 1.

EMISIONES DE GASES DE EFECTO DE INVERNADERO

GEI	10 Ton de tamo seco producen (Kg)	P.C.G (IPCC 2007)***
Dióxido de carbono	52.000	1
Metano	41	25
Óxido nitroso	0,57	298

Tabla 1. Liberación de gases de efecto de invernadero ***Potencial de calentamiento

2.4 VENTAJAS DE INCORPORAR EL TAMO DEL ARROZ

El cortar y tratar el tamo con microorganismos transformadores tiene diversos efectos en las propiedades biológicas, químicas, físicas del suelo y del ambiente.

BIOLÓGICAS	<ul style="list-style-type: none"> * Favorece el crecimiento y desarrollo de los microorganismos del suelo. * Aumenta los microorganismos fijadores libres de Nitrógeno. * Favorece el desarrollo de los controladores biológicos. 	
QUÍMICAS	<ul style="list-style-type: none"> * La materia orgánica regula el pH * Confiere resistencia a modificadores de la acidez. * Aporta nutrientes como Silicio, Potasio, Azufre, Magnesio y Fósforo. * Permite la formación de fenoles, alcoholes y ácidos orgánicos. * Es una forma del secuestro de Carbono en el suelo. 	
FÍSICAS	<ul style="list-style-type: none"> * Reduce la compactación del suelo. * Aumenta la Retención de humedad. * Hay mayor espacio poroso en el suelo para la circulación de aire y agua. * Mejora la estructura del suelo. 	



3. AMIGO PRODUCTOR RECUERDE:

- * No queme el tamo.
- * Es fuente de vida de su productividad.
- * Aplique los microorganismos adecuados para degradar el tamo.
- * Use el tamo como cobertura o incorpórelo transformado al suelo.
- * Utilice la soca o tamos en la alimentación animal.
- * Rote el arroz con otros cultivos utilizando siempre el residuo de cosecha.
- * Maneje racionalmente el agua en su cultivo, evite erosión por lavado y arrastre de materia orgánica.
- * Repique el tamo en partes muy pequeñas para acelerar la transformación en materia orgánica.
- * Promueva el uso de coberturas y la mínima o cero labranza.
- * Realice periódicamente los análisis físicos, químicos y microbiológicos del suelo antes de la siembra.
- * Mantenga el equilibrio biológico en su cultivo.
- * Proteja la fauna

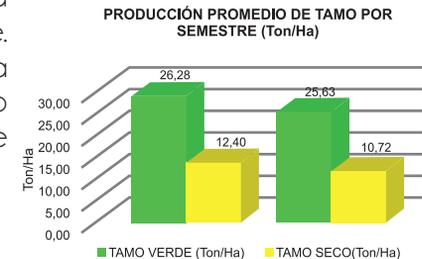
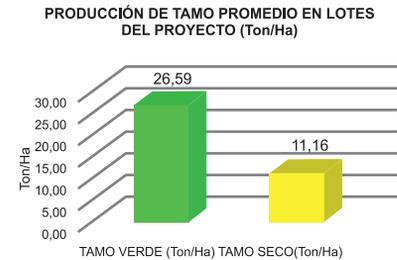
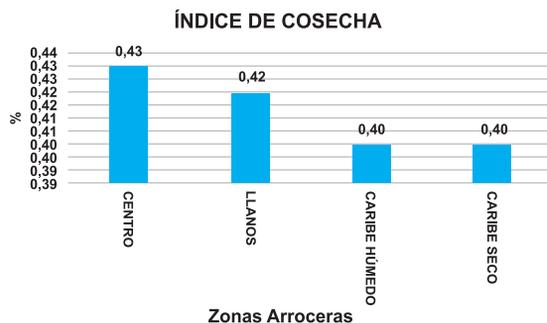
3.1 LOGROS RELEVANTES DEL PROYECTO COL98842

3.1.1. Transferencia de Tecnología para evitar la quema del tamo del arroz e implementar prácticas para la reducción de los COP

El proyecto se desarrolló con base en tres objetivos fundamentales: brindar asesoría técnica a los productores arroceros colombianos mediante la implementación del programa AMTEC, Implementar Buenas Prácticas Agrícolas para la transformación del tamo del arroz y efectuar transferencia de tecnología de los avances del proyecto.

1. Producción y características del tamo en las zonas arroceras de Colombia

El tamo producido en el cultivo del arroz es una materia orgánica disponible que los productores ya han pagado en la campaña, por lo tanto, debe ser aprovechada para mejorar las condiciones de producción del grano, conservación de los recursos y del ambiente. Por hectárea se produce en promedio más de 26 toneladas de tamo verde al momento de la cosecha, cuando este tamo pierde humedad y se seca, se producen 11 toneladas de tamo seco; Hay diferencias de producción del tamo tanto verde como seco según la época de siembra: mayor producción en el semestre B de cada año con respecto al semestre A.



Un indicador de eficiencia de la producción es la relación grano paja conocido como índice de cosecha que se calcula dividiendo el peso del grano seco sobre el peso seco total de la biomasa. Para el arroz en Colombia los índices con valores cercanos a 0,5 son más favorables.

El tamo de arroz como fuente de materia orgánica puede tener otros y diversos usos: formación de camas para la producción de setas, camas para establos, fuente de fibra en ensilajes, fabricación de pelets o cómo pastoreo. Dentro del marco del proyecto se realizaron pruebas para establecer la digestibilidad del tamo del arroz mediante la prueba de Van Soest que indica el contenido de humedad, proteína cruda (nitrógeno total), lípidos crudos, ceniza, extracto libre de nitrógeno, fibra cruda, la fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA). La FDN es la pared celular primaria cuando su valor es muy alto es menos digestible y la FDA es la pared secundaria: cuando es muy alta el animal come menos.

Estos son valores guía para los profesionales Pecuarios que deseen implementar el tamo del arroz como fuente de fibra animal.

VAN SOEST				
VARIEDAD	FEDEARROZ 67	FL FEDEARROZ 68	FEDEARROZ 2000	FL FEDEARROZ ITAGUA
Fibra En Detergente Neutro (NDF)	72,5	75,99	66,45	69,02
Fibra En Detergente Acido (ADF)	47,87	43,16	37,58	39,42
Contenido Celular	43,06	37,83	33,56	34,38
Celulosa	27,95	32,83	33,39	30,99
Hemicelulosa	24,18	2,01	28,87	29,60
Lignina	4,82	5,34	,185	,05
Sílice5	,22	3,54	3,98	1,06

3.1.2 ASESORÍA TÉCNICA A LOS PRODUCTORES EN EL PROGRAMA AMTEC

El programa de Adopción masiva de tecnología AMTEC es una herramienta de transferencia en las buenas prácticas del cultivo del arroz que pretende producir más con menor costo en un entorno ambientalmente sostenibles. Se asesoraron 574 fincas a nivel nacional con una total de áreas asistidas de 6746,7, distribuidas en las cuatro zonas arroceras del país: Centro, Llanos Orientales, Caribe Húmedo (La Mojana) y Caribe seco (Cúcuta, El Zulia).

ZONAS	FINCAS	HECTÁREAS
Centro	123 fincas	639.5 has
Llanos	293 fincas	4092.1 has
Caribe Humedo	110 fincas	1661.1 has
Caribe seco	48 fincas	354 has

El acompañamiento a los productores fue realizado por los Ingenieros Agrónomos del convenio quienes diagnosticaron, planificaron y ejecutaron de forma concertada con los productores las labores a realizar. En los eventos de transferencia de conocimientos del programa y experiencias de los productores se emplearon estrategias como días de campo, atención personalizada, talleres y giras. Se realizaron 225 actividades de capacitación con un total de 2765 agricultores a nivel nacional, participaron 709 mujeres y 2065 hombres. Los temas tratados fueron sobre manejo agronómico del cultivo, aplicación de microorganismos, aprovechamiento del tamo entre otros.

CARIBE HUMEDO



Importancia del uso de la semilla certificada y la disposición de envases de agroquímicos en la producción sostenible.

ZONA CENTRO



Prácticas de transformación del tamo e importancia en la producción del grano.

ZONA LLANOS ORIENTALES



Los DRONES como herramienta útil en las labores, y el manejo seguro de los agroquímicos como buenas prácticas agrícolas.

ZONA CARIBE SECO



Determinando la cantidad de tamo producido y evitando las quemas de este coproducto.



3.1.3 LAS EXPERIENCIAS DE LOS PRODUCTORES EN EL MANEJO RACIONAL DEL TAMO

En el Caribe húmedo: Gracias al programa se logró aumento en la producción de arroz y disminución en el número de aplicaciones; con la aplicación de los biológicos observamos que en menos de 25 días el tamo está listo para incorporar. Se reduce las quemas y se aprovechan los nutrientes que están en el tamo, para que vuelvan a ser aprovechados por los próximos cultivos.”

En el Caribe seco: Gracias al programa comprendí que no se debe quemar el Tamo, porque es una fuente de abono para el lote, se puede cuidar el suelo y la tierra. Son muchos los beneficios de incorporar el tamo, podemos ahorrar fertilizantes acondicionando el suelo.

En los Llanos orientales: Las capacitaciones que nos realizaron para el cultivo del arroz y las practicas AMTEC para ser competitivos son excelentes para nosotros los agricultores. No se realizan las quemas con fosforo y las labores son más eficientes ya que no se atasca el tamo en los discos y se optimiza el trabajo. El tamo es una muy buena alternativa para conservar el suelo y al no quemarlo evitamos dañar el medio ambiente.

Zona Centro: El proyecto nos ha traído muchos beneficios que han sido notables gracias a la incorporación del tamo, hemos disminuido costos, los cultivos han estado más sanos de enfermedades e insectos, así mismo hemos contribuido a la mejora del medio ambiente disminuyendo productos químicos; hemos mejorado la humedad del suelo, la nutrición (disminución de bultos de fertilizantes químicos) y gracias a esto hemos obtenido buen rendimiento.

4. BUENAS PRÁCTICAS
PARA EL MANEJO AGRONÓMICO
DEL CULTIVO DEL ARROZ



La Federación Nacional de Arroceros FEDEARROZ – Fondo Nacional del Arroz ha puesto en marcha desde el año 2012 el Programa de Adopción Masiva de Tecnología (AMTEC). El objetivo de este programa es transferir en forma conjunta la tecnología del manejo del cultivo disponible, para incrementar la productividad y disminuir los costos de producción con el menor impacto al ambiente.

El manejo del cultivo se realiza teniendo en cuenta los factores del clima, el suelo y sus propiedades; el cultivo en sus etapas de crecimiento y desarrollo. El programa se está afianzando en el uso de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y promueve la certificación de fincas en BPA dentro del marco normativo nacional buscando la exportación del grano, la seguridad alimentaria, la responsabilidad social ambiental y la inocuidad del alimento para la población.

Con el manejo agronómico buscamos las mejores alternativas sostenibles dentro del manejo integrado, basado en:

- * **LA EVALUACIÓN:** mediante el monitoreo secuencial de las labores.
- * **LA DECISIÓN:** basado en los niveles permisibles.
- * **LA ACCIÓN:** de alternativas sostenibles y de bajo impacto.

Las prácticas de manejo las propondremos de acuerdo con las etapas del proceso productivo:

1. PRESIEMBRA
2. SIEMBRA
3. FORMACIÓN DE HOJAS COMPLETAS Y MACOLLAMIENTO
4. ELONGACIÓN DE ENTRENUDOS Y FLORACIÓN
5. LLENADO DEL GRANO Y MADURACIÓN
6. POSTCOSECHA



Fig. 9 Manejo sostenible



Fig. 10 Crecimiento y desarrollo del arroz

4.1 LA PRESIEMBRA EN LA CAMPAÑA ARROCERA

EL DIAGNÓSTICO

EVALUAR

- Revisar el resultado económico, financiero y agronómico de la campaña anterior.
- Establecer el costo por tonelada y los limitantes de la productividad.
- Realizar el inventario de máquinas, equipos e insumos existentes.
- Elaborar los registros de labores y costos.
- Disponer de recursos para la nueva campaña.
- Indagar sobre los precios del mercado nacional e internacional.

DECIDIR

- Formular estrategias para reducir las brechas de productividad.
- Proponer cambios en labores, costos o programas.
- Adquirir bienes o servicios con anticipación.

ACTUAR

- Formular el plan de trabajo de la próxima campaña.
- Destinar los recursos necesarios para las labores.
- Reducir el costo innecesario.
- Formular un plan de compras oportuno.
- Planificar la campaña.

LA PLANIFICACIÓN

1. Definir los objetivos y metas de la campaña

- Costo máximo de producción.
- Rendimiento esperado.
- Precio en el mercado.
- Rentabilidad.
- Inversión o ahorro.

2. Elaborar el plan de acción que indica el qué, el cómo y el cuándo hacer cada labor.

El plan debe ser:

- FLEXIBLE: que permita contemplar los imprevistos y adaptarse a los cambios.
- PRECISO: en su planteamiento, debe ser de forma clara y concreta.
- UNIDAD: que todos busquen lograr los objetivos y metas.
- FACTIBLE: que los objetivos y metas se puedan cumplir adaptado a las condiciones de la finca.

3. Dar buen destino a los recursos asignados

- Establecer metas a cumplir por rubro
- Verificar la eficacia de cada labor
- No incurrir en gastos innecesarios
- Evitar presiones del comercio

4. Ejecución del plan

- Realizar las labores oportunas
- Vigilar el cumplimiento de cada labor

5. Control sobre el plan

Que lo planificado se ejecute de acuerdo con lo propuesto y si es necesario, realizar los cambios.

LABORES AGRONÓMICAS

Caracterización del suelo

Física:

- Determinar compactación
- Necesidades de laboreo
- Retención de humedad e infiltración

Química:

- Tome muestras para análisis de Suelo.
- Interprete los análisis y proponga recomendaciones.

Biológicas:

- Tome muestras para el análisis microbiológico
- Establezca los grupos funcionales
- Realice banco de semillas de Malezas (BSM)

Clima y época de siembra

- Consulte con su ingeniero agrónomo los pronósticos climáticos.
- Defina las mejores épocas de siembra.
- Sincronice las labores según los factores climáticos.

Selección de la variedad

Verifique el comportamiento de la variedad en la zona

- Revise el potencial productivo
- Cerciórese de la disponibilidad de semilla
- Entérese del comportamiento fitosanitario
- Indague sobre los requerimientos de la industria

Tipo de labranza

- Defina según la época qué hacer
- Revise estado, operabilidad y disponibilidad de maquinaria
- Realice preparación anticipada y escalonada
- Descompacte los suelos
- Aplique abonos, enmiendas o correctivos

Calibración de implementos

- Verifique en cada equipo los puntos de calibración
- Calibre siempre en cada campaña

4.2 GERMINACIÓN A EMERGENCIA



SEMILLA SECA G0

Use semilla certificada

- Guarde los marbetes que indican las características de la semilla
- No revuelva semilla certificada con paddys
- Determine la densidad de siembra y verifique la calibración en campo
- En siembra mecanizada evite profundizar la semilla

La semilla en siembra al voleo

- Evite siembras sobre mantos de algas
- No exponga la semilla a la radiación solar
- Una vez embebida la semilla se incuba por efecto de la temperatura
- Procure la mejor distribución de la semilla en el campo



SEMILLA EMBEBIDA G1

La imbibición puede ser más rápida según:

- La variedad
- La temperatura del agua
- La disponibilidad de agua en el suelo

Para pregerminar semilla:

- Pregermine preferiblemente en taques
- Utilice siempre agua limpia
- El tiempo de imbibición oscila entre 24 a 48 horas según la variedad
- Después de la imbibición poner la semilla en sitios secos y sombreados
- Suministrar agua en forma de rociado
- El tiempo de incubación es de 24 – 30 horas según la variedad

Siembre cuando la semilla muestre la emergencia del epicotilo



EMERGENCIA G2 – G3

Es el producto de la imbibición e incubación al emerger el coleoptilo o llamada "Puya Blanca"

Importante:

Cuando se siembra semilla seca dentro del suelo emite primero la raíz (Coleorriza)
 Cuando se siembra en zonas inundadas o se pregermina emite primero la parte aérea (Coleoptilo)

Si usa herbicidas en preemergencia:

- Seleccione correctamente el producto y su dosis
- Evite aplicaciones en lotes encharcados
- La semilla absorbe fácilmente los residuos en el suelo
- No cause intoxicación a la semilla

Manejo del riego:

- Suministre riego periódico
- Evite la deshidratación
- Promueva el establecimiento uniforme
- Evite el encharcamiento que deteriora la emergencia
- Monitoree el estado fitosanitario de la siembra.



4.3 FORMACIÓN DE HOJAS COMPLETAS Y MACOLLAMIENTO

				INICIO DEL MACOLLAMIENTO	MACOLLAMIENTO PLENO		MÁXIMO MACOLLAMIENTO
							
1º HOJA V1	2º HOJA V2	3º HOJA V3	4º HOJA V4	5º HOJA V5	6º HOJA V6	7º HOJA V7	8º HOJA V8
FASE VEGETATIVA							
<ul style="list-style-type: none"> • La planta vive inicialmente de las reservas de la semilla • Revise frecuentemente la emergencia en el campo • Establezca el número de plantas por metro cuadrado • Evalúe la presencia de insectos fitófagos y sus daños • Revise la presencia de malezas y tenga en cuenta el banco semillas (BSM) realizado en la pre-siembra • No inunde las áreas sembradas • No cause toxicidad a las plántulas de arroz • Determine qué malezas están presentes y seleccione correctamente el herbicida y la dosis adecuada • Una población ideal de plantas de arroz está entre 2,5 a 3 millones por hectárea • Con ayuda del clorofilómetro establezca el verde de las plántulas. Instale trampas de color o de feromonas específicas 				<p>En esta etapa se define el primer componente del rendimiento: Número de macollas por planta</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evite inundar el cultivo por más de 48 horas para no afectar su macollamiento • Si aún no se ha hecho el control de malezas prográmelo con base en el banco de semillas (BSM) • La toxicidad por herbicida reduce macollamiento • No intoxique el cultivo, afecta la población y atrae insectos que causan daño • En esta etapa se realizan por lo menos cuatro fraccionamientos de fertilizantes • Nutra correctamente y balancee las fuentes para favorecer el crecimiento y formación de macollas • Evalúe los barrenadores del tallo, y si es necesario, libere Trichogramma o moscas • Tachinidas Evite la aplicación de herbicidas después de 30 días desde la emergencia del cultivo • Corrija las fallas en la aplicación de los nutrientes • Monitoree constantemente los insectos, las malezas y las enfermedades 			

4.4 ELONGACIÓN DE ENTRENUDOS Y FLORACIÓN

INICIO DE PRIMORDIO FLORAL	DIFERENCIACIÓN DE ESPIGUILLAS	DIFERENCIACIÓN DE GLUMAS		EMBUCHAMIENTO	EMERGENCIA DE PANÍCULA	FLOR
						POLINIZACIÓN
						FLORACIÓN
						
9º HOJA V9-R0	10º HOJA V10-R1	11º HOJA V11	12º HOJA V12	13º HOJA V13-R2	14º HOJA V14-R3	15º HOJA V15-R4
FASE VEGETATIVA		FASE REPRODUCTIVA				
<p>Es muy importante aplicar una fracción del fertilizante en inicio de primordio floral</p> <p>Evite el amarillamiento del cultivo, monitoreando el verdor de las hojas con clorofilómetro</p> <ul style="list-style-type: none"> • NO aplique herbicidas en esta época • Mantenga la nutrición oportuna • Maneje el riego por mojes o mínima lámina de agua • El estrés por sequía afecta el desarrollo y el número de espiguillas • En esta etapa la influencia del clima sobre el cultivo es alta; consulte los pronósticos climáticos <p>Aquí se define el segundo componente de rendimiento: número de granos por panícula</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evalúe los insectos barrenadores del tallo y comedores de follaje • Realice el quinto fraccionamiento de los fertilizantes • Evite la sequía o la inundación excesiva 				<ul style="list-style-type: none"> • La inundación prolongada puede causar volcamiento • Monitoree el estado fitosanitario del cultivo/Indague sobre el comportamiento del clima ya que, su efecto es muy importante en estas etapas • Revise el estado sanitario de las hojas banderas y siguientes • Evite aplicaciones de productos químicos que causen toxicidad • Evalúe los insectos que atacan la panícula • Monitoree la incidencia de enfermedades • Seleccione muy bien las alternativas químicas con base en el monitoreo • En estas etapas el cultivo es muy susceptible a altas temperaturas diurnas - nocturnas y a la falta de agua 		



4.5 LLENADO DEL GRANO Y MADURACIÓN

INICIO LLENADO DE GRANO – R5	ESTADO LECHOSO – R6	ESTADO PASTOSO – R7	GRANO MADURO – R8	SENESCENCIA – R9	COSECHA DEL GRANO
FASE DE MADURACIÓN					COSECHA DEL GRANO
<p>El llenado del grano consiste en el transporte de todos los asimilados de la planta que se encuentran en las hojas hacia las glumas para la formación del grano.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los factores de clima como la energía solar, la temperatura y precipitación son los más importantes en esta etapa • Evitar daños causados al follaje por insectos o enfermedades • Proveer el riego necesario y evitar el estrés por sequía Evite cortar el follaje a la planta en algunas prácticas de despalille o macoqueo • La inundación permanente puede causar volcamiento • Evite el uso de pesticidas que causen toxicidad al follaje o la panícula • Eliminar manualmente las malezas que sobresalgan en el cultivo <p>Tenga mucho cuidado con el uso de herbicidas quemantes de aplicación localizada en épocas de viento o alta radiación solar.</p>			<p>Aquí se define el tercer componente de endimienta: el peso de mil granos</p> <p>El riego debe suspenderse de acuerdo con estado del cultivo y del terreno para programar la cosecha</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haga mantenimiento y limpieza a la cosechadora • Aliste todos los aperos de cosecha • Cerciórese del estado de vías para transporte • Verifique el recibo oportuno del grano en la industria • En caso de maquinaria alquilada contrate con suficiente anticipación <p>Acuerde con el operador la fecha de cosecha</p>		<p>LA COSECHA OPORTUNA se refiere al contenido de humedad del grano el cual en promedio es de 24%</p> <ul style="list-style-type: none"> • En épocas secas la pérdida de humedad del grano en el campo es más rápida • Según el área de cosecha utilice el número necesario de cosechadoras • Con ayuda de un determinador establezca la humedad de cosecha del grano • Determine las pérdidas causadas en la cosecha; haga correcciones oportunas • Verifique el grado de dureza del grano para cosecha y establezca la velocidad adecuada de la combinada. • Determine el índice de cosecha que Indica la eficiencia de la planta para desarrollar sus estructuras durante el ciclo reproductivo y se calcula determinando el rendimiento en grano seco, el peso del tamo seco y la biomasa total seca.

4.6 MANEJO DE LA POSTCOSECHA

En la cosecha evite las fuentes de contaminación del grano como barro, grasas o aceites

- Movilice lo más rápido posible el grano cosechado al molino
- Al cosechar el grano, este sigue su proceso de respiración y aumenta la temperatura la cual puede dañarlo
- Esté pendiente de los resultados de laboratorio sobre calidad molinera
- En caso de almacenarlo debe hacerse en silos con secado previo entre 13 - 14% de humedad para evitar hongos y micotoxinas

En caso de almacenamiento por largo tiempo:

- Mantenga bajo el contenido de humedad del grano almacenado
- La temperatura del grano debe ser baja
- Procure el mínimo porcentaje de granos dañados en la cosecha y secado
- Monitoree los insectos y roedores de granos almacenados y disponga medidas preventivas
- Limpie y desinfecte los depósitos antes de almacenar
- Almacene en sitios seguros



MINISTERIO DE AMBIENTE Y
DESARROLLO SOSTENIBLE



FEDEARROZ
FONDO NACIONAL DEL ARROZ

4.7 MANEJO DE LOS COPRODUCTOS ORGÁNICOS DE LA COSECHA DEL ARROZ



1. ALIMENTACIÓN DEL GANADO:

El tamo del arroz es una fuente de fibra
Después de la cosecha, deje iniciar el rebrote para la ocupación del ganado
En lotes limpios el ganado no introduce semillas de malezas
Recuerde que el pisoteo compacta el suelo
Consulte con su médico veterinario el uso del tamo como fibra para el ganado y tenga en cuenta los contenidos de los polímeros:



2. APROVECHAMIENTO COMO COBERTURA Y BARBECHO:

Corte finamente los residuos y distribúyalos en el campo
Aplique Microorganismos para descomponer
Suministre riego oportuno
Elimine malezas contaminantes



3. SOQUEO DE LOS TALLOS:

Solo deje socas en lotes limpios y programados desde la siembra
Las socas son para la época de baja oferta ambiental
Corte finamente los residuos a la altura de soqueo de 5 a 8 cm
Realice un riego para estimular el rebrote
Aplique microorganismos transformadores de los coproductos organicos de la cosecha del arroz
Realice el adecuado manejo agronómico al cultivo
Recuerde, en este sistema el periodo vegetativo del cultivo se acorta entre 10 a 20 días



4. SIEMBRA SIN PREPARACIÓN:

El corte del residuo debe hacerse muy fino
Aplique microorganismos descomponedores
Haga pruebas de consistencia del tamo
Establezca el momento de siembra, preferiblemente mecanizada



5. MECANIZACIÓN PARA SIEMBRA:

Corte finamente el residuo
Aplique Microorganismos descomponedores
Riegue humedeciendo el terreno
Haga pruebas de consistencia del tamo
Proceda a la preparación planeada

BIBLIOGRAFÍA

Digenstein J. 2011. Pretreatment of lignocellulosic Biomass (on line) "cited:december 29, 2011"
<http://undbiomass.blogspot.com/>

FEDEARROZ 2017. Cuarto Censo nacional Arrocerero 2016, Federación Nacional de Arroceros, Fondo nacional del Arroz, División de investigaciones Económicas, Bogotá D.C. 179p.

FEDEARROZ, 2021. Contexto mundial y nacional del cultivo del arroz 2000 - 2020. Federación Nacional de Arroceros, Fondo nacional del Arroz, División de investigaciones Económicas, Bogotá D.C. 39p.

MINAMBIENTE, 2021. Inventario Nacional de fuentes y estimación de liberaciones de COP no intencionales en Colombia actualizado con datos del 2018. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C. Colombia, 301p.

AGRADECIMIENTOS

La Federación Nacional de Arroceros FEDEARROZ - Fondo Nacional del Arroz agradece a todos los agricultores, productores arroceros que directa o indirectamente participaron en el cumplimiento de los objetivos propuestos en el convenio COL 98842, a las entidades comprometidas con la sostenibilidad del sistema productivo arrocero colombiano: Ministerio de Ambiente (MINAMBIENTE), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) por valorar e impulsar el uso de los coproductos orgánicos de la cosecha del arroz y de esta forma buscar la conservación de los recursos y la permanencia del sistema productivo arrocero. Además, a los ingenieros agrónomos contratados, a los asesores técnicos integrales y el equipo técnico y de FEDEARROZ - Fondo Nacional del arroz, por su trabajo profesional en el desarrollo dentro del marco del convenio.

Terminó de imprimirse
en agosto de 2022 en



Bogotá, D.C. Colombia
Mónica Vera Buitrago
editorialmvb@gmail.com
317 287 8412



FONDO NACIONAL DEL ARROZ