

ARROZ

JULIO -AGOSTO 2026

ISSN 0120-1441

BOGOTÁ - COLOMBIA

VOL. 74 ■ No. 583

MICROORGANISMOS

del

SUELO

LA CLAVE PARA DESARROLLAR
BIOINOCULANTES QUE MEJOREN
SU FUNCIONAMIENTO



EL MANEJO RESPONSABLE
DE PLAGUICIDAS



PROTEGE
LOS CULTIVOS



SIN PONER EN RIESGO
LA VIDA

LEA COMPLETAMENTE LAS ETIQUETAS DE LOS PRODUCTOS ANTES DE APLICARLOS



FEDEARROZ - OFICINA PRINCIPAL Cra. 100 #25H 55 Bogotá, Tel. (601) 514 2158

DEPARTAMENTO DE GESTIÓN AMBIENTAL
www.fedearroz.com.co



FEDEARROZ
FEDERACIÓN NACIONAL DE ARROCEROS

FONDO NACIONAL DEL ARROZ

UN MARCO ESTRATÉGICO PARA EL ARROZ Y PARA EL CAMPO

Se iniciaron con éxito las asambleas de productores de arroz en las diferentes regiones del país. Estos encuentros constituyen uno de los espacios más importantes de comunicación y reflexión de nuestra Federación, precisamente con quienes son protagonistas de una actividad que hace posible que el arroz llegue todos los días a la mesa de los colombianos.

Este año, además de escuchar las inquietudes y propuestas de nuestros productores, estamos analizando con ellos el contexto internacional y nacional que enfrenta el cultivo. El arroz colombiano no puede entenderse hoy únicamente desde lo que ocurre dentro de nuestras fronteras. Los precios internacionales, las políticas de apoyo de otros países, el comportamiento de las monedas, los costos de producción y las condiciones de los mercados tienen una incidencia cada vez mayor sobre la rentabilidad de nuestros agricultores. De allí la importancia de comprender el entorno para tomar mejores decisiones.

En este mismo escenario se viene presentando el marco estratégico de trabajo que Fedearroz está planteando al nuevo Gobierno Nacional. No se trata simplemente de una lista de solicitudes. Es una propuesta construida a partir de los problemas estructurales que hoy limitan la competitividad del arroz y que hemos identificado junto con nuestros productores.

Tenemos cuatro grandes desafíos: producir rentablemente, vender justamente, contar con infraestructura para competir y producir a pesar del clima. Para alcanzarlos necesitamos avanzar simultáneamente en tecnología, financiación, comercialización, riego, vías, almacenamiento, gestión del riesgo y adaptación al cambio climático.

En productividad, la apuesta debe ser profundizar la adopción tecnológica, fortalecer la investigación y la asistencia técnica y facilitar el acceso a crédito para maquinaria e infraestructura. El programa AMTEC demuestra que cuando la tecnología llega al productor y se adapta a las condiciones de cada región es posible reducir costos y aumentar la productividad.

En comercialización, necesitamos condiciones que permitan al agricultor competir en un mercado abierto frente a productores internacionales que, en muchos casos, cuentan con importantes apoyos de sus gobiernos y necesitamos hacerlo sin abandonar nuestra responsabilidad con la seguridad alimentaria del país.

La infraestructura es igualmente determinante. Sin riego, vías adecuadas, sistemas de secamiento y almacenamiento, los esfuerzos realizados dentro de la finca pierden buena parte de su efecto. Finalmente, frente a la creciente variabilidad climática, debemos fortalecer la investigación, la disponibilidad y manejo eficiente del agua, los seguros y todos aquellos instrumentos que permitan que producir en el campo no sea una apuesta imposible frente al clima.

Encontramos, además, varios puntos de coincidencia entre estas prioridades y los planteamientos contenidos en “El Campo de la Patria Milagro”, como está denominado en el programa de gobierno del Presidente De la Espriella. Allí se reconoce que el campo colombiano requiere seguridad, crédito, tecnología e infraestructura y se plantea abrir el camino de la prosperidad rural mediante vías, riego, conectividad, agroindustria y mercados. También se propone fortalecer la asistencia a los productores, impulsar nuevas capacidades y crear una Escuela de Emprendedores Rurales para jóvenes.

Son propósitos en los que Fedearroz puede aportar conocimiento, presencia territorial y experiencia. Podemos contribuir con investigación agronómica y económica, información de mercados y costos, transferencia de tecnología, asistencia técnica, agricultura de precisión, manejo eficiente del agua y formación de jóvenes productores. El documento de articulación elaborado por la Federación muestra precisamente que existen oportunidades concretas de cooperación entre el Gobierno y el gremio.

Pero también creemos que debemos ser rigurosos. Expandir la producción agrícola no significa simplemente sembrar más hectáreas. En el caso del arroz, cualquier crecimiento debe estar acompañado de planeación, disponibilidad de agua, infraestructura, mercados y rentabilidad.

Fedearroz está dispuesto a trabajar con el Gobierno que inicia su mandato en todo aquello que contribuya a ese propósito. No llegamos solamente con necesidades; llegamos también con capacidades, conocimiento y propuestas. Porque construir un campo próspero exige un Estado que cumpla su papel, un sector privado comprometido y productores capaces de incorporar cada día más tecnología y conocimiento.

Dirección General: Rafael Hernández Lozano
Consejo Editorial: Rosa Lucía Rojas Acevedo,
Myriam Patricia Guzmán García, Jean Paul Van Brackel
Dirección Editorial: Rosa Lucía Rojas Acevedo
Coordinación General: Luis Jesús Plata Rueda T.P.P. 11376
Asistente Editorial: Luisa Fernanda Herrera Navarrete.
Editores: Fedearroz
Diseño carátula: Jaime Humberto Hernández
Diagramación: Javier Esteban Carrillo Vesga - Dpto. Comunicaciones/Fedearroz
Email: javiercarrillo@fedearroz.com.co - Móvil : 310 398 3723
Comercialización: Sol Guzmán Prada y Magnolia Buitrago Castro
Móviles: 311 236 8693 - 314 876 1801
Email: solguz@gmail.com - magnolia.buitragocas@gmail.com
Impresión: Proredcom PBX: 2778010 Móvil: 315 821 5072

04	PARA EL PRIMER SEMESTRE DE 2026 ÁREA SEMBRADA EN ARROZ, SE CONTRAJÓ UN 22%
12	MICROORGANISMOS DEL SUELO: LA CLAVE PARA DESARROLLAR BIOINOCULANTES QUE MEJOREN SU FUNCIONAMIENTO
16	MITIGACIÓN DE EFECTOS POR EL FENÓMENO DE "EL NIÑO" CON EL SISTEMA DE RIEGO EN PISCINAS
17	CULTIVOS DE SERVICIO: UNA ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA CONDICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN ARROZ SECA
29	EL AGUA ESTRUCTURADA, NUEVOS HORIZONTES EN LA CIENCIA DEL AGUA
40	AGRICULTORES LÍDERES EN EL ECOSISTEMA ARROZ - PATOS
42	GOBERNADORA DEL TOLIMA ACOMPAÑÓ LA ASAMBLEA GENERAL DE PRODUCTORES ARROCEROS EN IBAGUÉ
43	EL ÉXITO DEL CULTIVO DEL ARROZ COMIENZA CON UNA SEMILLA DE CALIDAD
46	TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA FEDEARROZ - FNA EN EL PAÍS ARROCERO
54	NOVEDADES BIBLIOGRÁFICAS

Fedearroz - Dirección Administrativa

Gerente General: Rafael Hernández Lozano
Secretaría General: Rosa Lucía Rojas Acevedo
Subgerente Técnica: Myriam Patricia Guzmán García
Subgerente Comercial: Milton Salazar Moya
Subgerente Financiero: William Castro Montoya
Director Investigaciones Económicas: Jean Paul Van Brackel
Director de Proyectos Especiales: Elkin Flórez
Revisor Fiscal: Giovanni Martínez Aldana

Fedearroz - Junta Directiva

Presidente: Cesar Augusto Saavedra Manrique
Vicepresidente: Orlando Marín Chau

Principales:

Gonzalo Sarmiento Gómez
Alberto Mejía Fortich
José Patricio Vargas Zárate
Yinneth Xiomara Acosta Bermúdez
Bladimir Nieto Cristancho
Julio Cesar Cortés Ochoa
Milciades Naim Pizarro Marrugo
José Román Flórez Lozano
Henry Sanabria Cuéllar

Suplentes:

Mauricio Eduardo Ortiz Alcázar
Guillermo Ángel Solano
Yony José Álvarez Marrugo
Henry Alexander Ramírez Soler
John Edison Camacho Guevara
Jaime Camacho Londoño
Héctor Augusto Mogollón García
Abimael Manzano Novoa
Luz Mery Jerez Carrillo

RECORRE COLOMBIA JUNTO AL DRON T55

¡Acompáñanos en las asambleas y exposiciones de Fedearroz!



COADYUVANTES SYS
para aplicaciones eficaces

¡Le damos la bienvenida!

Ing. Óscar Ruíz

quién se incorpora a nuestra compañía como
experto técnico comercial en arroz

313 2840793

**Visítanos en la seccional más cercana
y vive la exhibición del Dron T55**

¡TE ESPERAMOS!



AGROBERTO
Tu asistente virtual
+57 320 943 6270

@Gruposys_oficial Grupo SYS Grupo Empresarial SYS

www.gruposys.com.co

PARA EL PRIMER SEMESTRE DE 2026 ÁREA SEMBRADA EN ARROZ, SE CONTRAJÓ EN 22%

Como resultado del convenio de cooperación técnica que desde el año 2000 desarrollan la Federación Nacional de Arroceros - Fedearroz, a través del Fondo Nacional del Arroz (FNA), y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), fueron publicados los resultados de la Encuesta Nacional de Arroz Mecanizado (ENAM) correspondientes al primer semestre de 2026.

Los resultados muestran una reducción significativa del área sembrada en arroz mecanizado durante este periodo. En el primer semestre de 2026 se sembraron 324.554 hectáreas, frente a las 417.556 hectáreas registradas en el mismo periodo de 2025. Esto representa una disminución cercana a 93.000 hectáreas y una contracción del 22% frente al año anterior.

En Casanare, principal departamento productor durante el primer semestre y responsable del 55% del área sembrada nacional, el área destinada al cultivo de arroz también presentó una reducción importante. El departamento alcanzó 177.780 hectáreas sembradas, cifra que representa una disminución del 18% respecto al mismo periodo del año anterior.

La reducción del área sembrada se produjo en un contexto marcado por varios factores que incidieron sobre las decisiones de siembra de los productores. Entre ellos se destacan la incertidumbre frente al comportamiento de los precios del arroz, la presión de los costos de producción y las expectativas asociadas a las condiciones climáticas, particularmente ante los anuncios sobre la posible ocurrencia del fenómeno de El Niño y sus eventuales efectos sobre la disponibilidad de agua necesaria para el adecuado establecimiento y desarrollo del cultivo.

En materia de producción, durante el primer semestre de 2026 se obtuvieron aproximadamente 876.400 toneladas de arroz paddy verde, lo que significó una reducción del 12,3% frente al mismo periodo de 2025.

Por otra parte, cálculos realizados a partir de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida indican que durante 2025 el consumo promedio de arroz se ubicó en aproximadamente 42 kilogramos por habitante al año, cifra que reafirma la importancia de este cereal dentro de la alimentación de los hogares colombianos.

BALANCE DEL PRIMER SEMESTRE DE 2026 ENCUESTA NACIONAL DE ARROZ MECANIZADO:

Menor área sembrada

Menor producción

Mejores rendimientos

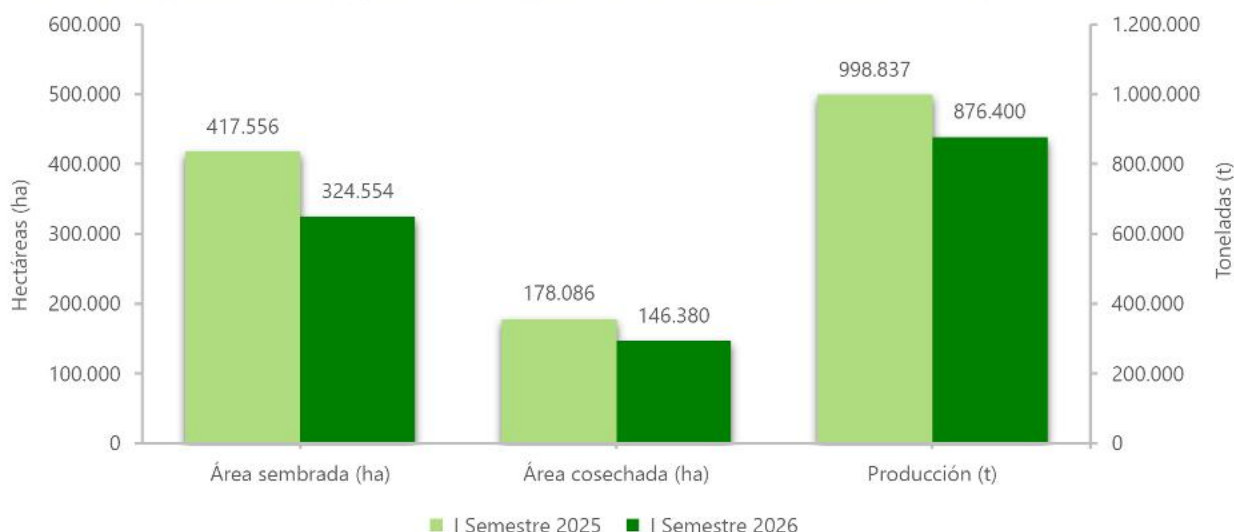
Elaborado por División de Investigaciones Económicas de Fedearroz - FNA

Desde el año 2000, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y la Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz) - Fondo Nacional del Arroz (FNA) desarrollan conjuntamente la Encuesta Nacional de Arroz Mecanizado (ENAM), una operación estadística que genera información oportuna, confiable y de calidad sobre el comportamiento del cultivo de arroz mecanizado en Colombia. Sus resultados constituyen un insumo fundamental para la toma de decisiones, el fortalecimiento de la productividad y competitividad del sector, así como para la formulación de políticas relacionadas con la sostenibilidad, el cambio climático, la innovación tecnológica y el bienestar de los productores.

La ENAM emplea una metodología que combina diferentes estrategias de recolección y selección de muestras para estimar variables como área sembrada, área cosechada, producción y rendimiento. En los Llanos, además de fuentes tradicionales de información, se incorporó el uso de imágenes satelitales ópticas y de radar, procesadas mediante algoritmos de clasificación e inteligencia artificial, para mejorar la estimación de las áreas cultivadas. La información complementaria se obtiene mediante entrevista directa a los productores arroceros y otras fuentes especializadas.

Los resultados se presentan con diferentes niveles de desagregación geográfica y productiva, permitiendo analizar la dinámica del cultivo a escala nacional, departamental y por zonas arroceras. En este artículo se presentan los principales resultados de la ENAM correspondientes al primer semestre de 2026.

Gráfico 1. Área sembrada, cosechada y producción de arroz mecanizado. Total, Nacional Primer semestre 2025-2026



Fuente: DANE, ENAM

Nota: El área cosechada corresponde a las siembras del semestre inmediatamente anterior menos las pérdidas estimadas de esas siembras. Producción en arroz paddy verde

UN PRIMER SEMESTRE MARCADO POR LA REDUCCIÓN DEL ÁREA SEMBRADA

El primer semestre de 2026 estuvo caracterizado por una importante reducción del área destinada al cultivo de arroz mecanizado en Colombia. De acuerdo con la ENAM, el país registró 324.554 hectáreas sembradas, frente a las 417.556 hectáreas del primer semestre de 2025, lo que representa una disminución de 93.003 hectáreas y una variación de -22,3%.

La disminución se presentó en todos los principales departamentos arroceros. Meta redujo su área sembrada en 23,1%, Casanare en 18,0 %, Tolima en 16,0 %, Huila en 2,7 % y Norte de Santander en 6,4 %. El grupo de Resto de Departamentos presentó la mayor reducción porcentual, con 49,6 %.

Tabla 1. Área sembrada de arroz mecanizado en hectáreas (ha). Total, nacional y principales departamentos arroceros. Primer semestre (2025 - 2026)

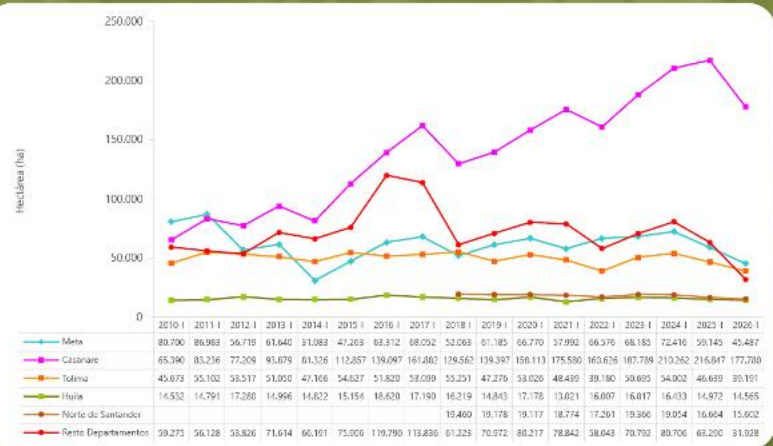
DEPARTAMENTOS	Área sembrada				Variación
	2025 - I		2026 - I		
	Hectárea (ha)	Participación (%)	Hectárea (ha)	Participación (%)	
TOTAL NACIONAL	417.556	100,0	324.554	100,0	-22,3%
Meta	59.145	14,2	45.487	14,0	23,1%
Casanare	216.847	51,9	177.780	54,8	-18,0%
Tolima	46.639	11,2	39.191	12,1	-16,0%
Huila	14.972	3,6	14.565	4,5	-2,7%
Norte de Santander	16.664	4,0	15.602	4,8	-6,4%
Resto Departamentos ¹	63.290	15,2	31.928	9,8	49,6%

Fuente: DANE-Fedearroz, FNA, ENAM

A pesar de la disminución generalizada, Casanare conservó su posición como principal departamento arrocero por área sembrada. En el primer semestre de 2026 registró 177.780 hectáreas, equivalentes al 54,8 % del área nacional, frente al 51,9 % que representaba en el mismo periodo de 2025. La serie histórica de área sembrada en arroz mecanizado de primer semestre para los principales departamentos arroceros del país evidencia que Casanare continúa teniendo la mayor participación del área sembrada (serie primer semestre 2010-2026).

Adicionalmente, en Resto Departamentos¹ se ilustra una disminución del área sembrada de 49,6 % para primer semestre de 2026 frente al primer semestre de 2025, pasando de 63.290 hectáreas en 2025-I a 31.928 hectáreas en 2026-I.

Gráfico 2. Serie área sembrada de arroz mecanizado en hectáreas (ha). Principales departamentos arroceros. Primer semestre (2010 - 2026)



Fuente: DANE-Fedearroz, FNA

¹ Resto Departamentos: Antioquia, Arauca, Atlántico, Bolívar, Caquetá, Cauca, Cesar, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, La Guajira, Guaviare, Magdalena, Nariño, Santander, Sucre, Valle del Cauca y Vichada. Norte de Santander se integra con Resto Departamentos hasta 2017-I.

MENOR ÁREA COSECHADA Y PRODUCCIÓN

El comportamiento del área cosechada también fue descendente. En el primer semestre de 2026 se estimaron 146.380 hectáreas cosechadas, frente a 178.086 hectáreas en igual periodo de 2025, para una variación de -17,8 %. En consecuencia, la producción nacional de arroz mecanizado alcanzó 876.400 toneladas de paddy verde, frente a las 998.837 toneladas registradas en el primer semestre de 2025. La reducción fue de 122.437 toneladas, equivalente a -12,3 %.

Tabla 2. Área cosechada de arroz mecanizado en hectáreas (ha). Total, nacional y principales departamentos arroceros. Primer semestre (2025 - 2026)

DEPARTAMENTOS	Área cosechada				Variación
	2025 - I		2026 - I		
	Hectárea (ha)	Participación (%)	Hectárea (ha)	Participación (%)	
TOTAL NACIONAL	178.086	100,0	146.380	100,0	-17,8%
Meta	18.807	10,6	10.549	7,2	-43,9%
Casanare	18.946	10,6	10.346	7,1	-45,4%
Tolima	49.209	27,6	48.446	33,1	1,6%
Huila	16.995	9,5	15.648	10,7	-7,9%
Norte de Santander	20.135	11,3	18.885	12,9	-6,2%
Resto Departamentos ¹	53.994	30,3	42.505	29,0	-21,3%

Fuente: DANE-Fedearroz, FNA, ENAM

La producción presentó importantes diferencias entre departamentos. Tolima prácticamente mantuvo su producción, al pasar de 343.089 a 342.741 toneladas, mientras que Norte de Santander fue el único de los principales departamentos que incrementó su producción, con un aumento de 22,0 %, al pasar de 83.133 a 101.430 toneladas. Por el contrario, Casanare registró una reducción de 44,8 % en su producción, pasando de 104.521 a 57.721 toneladas, mientras Meta disminuyó 41,8 %. Huila presentó una reducción de 7,8 %.

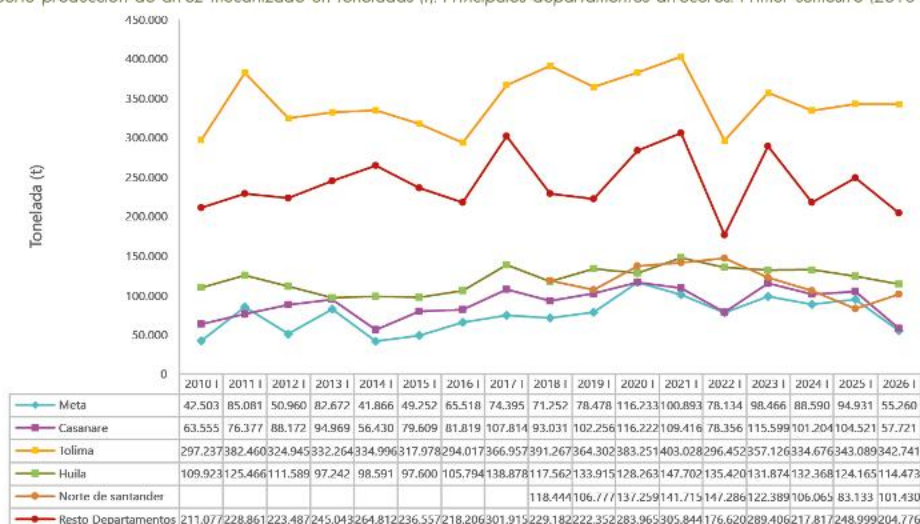
Tabla 3. Producción en toneladas (t) de arroz mecanizado. Total, nacional y principales departamentos arroceros. Primer semestre (2025 - 2026)

DEPARTAMENTOS	Producción				Variación
	2025 - I		2026 - I		
	Tonelada (t)	Participación (%)	Tonelada (t)	Participación (%)	
TOTAL NACIONAL	998.837	100,0	876.400	100,0	-12,3%
Meta	94.931	9,5	55.260	6,3	-41,8%
Casanare	104.521	10,5	57.721	6,6	-44,8%
Tolima	343.089	34,3	342.741	39,1	-0,1%
Huila	124.165	12,4	114.473	13,1	-7,8%
Norte de Santander	83.133	8,3	101.430	11,6	22,0%
Resto Departamentos ¹	248.999	24,9	204.776	23,4	-17,8%

Fuente: DANE-Fedearroz, FNA, ENAM

El Gráfico 3 representa la serie histórica 2010-2026 para la producción en arroz mecanizado del primer semestre para los principales departamentos arroceros. En esta, se evidencia la disminución de la producción de arroz paddy verde en el primer semestre de 2026 frente al mismo periodo de 2025. Las variaciones más importantes se presentan en el departamento de Casanare (-44,8%), Meta (-41,8 %), Resto Departamentos (-17,8%) y Huila (-7,8 %). Mientras que el departamento de Norte de Santander presentó un aumento de 22,0 % en la producción para el mismo periodo.

Gráfico 3. Serie producción de arroz mecanizado en toneladas (t). Principales departamentos arroceros. Primer semestre (2010 - 2026)



Fuente: DANE-Fedearroz, FNA, ENAM

En cuanto al área perdida, la ENAM estimó 33,5 hectáreas que habían sido sembradas durante el segundo semestre de 2025 y que no llegaron a cosecharse en el primer semestre de 2026. La totalidad de esta pérdida se concentró en la zona Bajo Cauca, donde 27,5 hectáreas correspondieron a inundaciones y 6 hectáreas a sequía.

Para el primer semestre de 2026, los rendimientos estimados fueron de 5,24 toneladas por hectárea en Meta, 5,58 t/ha en Casanare, 7,07 t/ha en Tolima, 7,32 t/ha en Huila, 5,37 t/ha en Norte de Santander y 4,82 t/ha en Resto de Departamentos. Sobresale Norte de Santander, cuyo rendimiento pasó de 4,13 a 5,37 t/ha, con un crecimiento de 30,1 %, el mayor registrado entre los principales departamentos. También se observaron incrementos en Meta, Tolima, Huila y Casanare, aunque de menor magnitud.

Tabla 4. Rendimiento (t/ha) de arroz mecanizado. Total, nacional y principales departamentos arroceros. Primer semestre (2025 - 2026)

DEPARTAMENTOS	Rendimiento		Variación
	2025 - I t/ha	2026 - I t/ha	
TOTAL NACIONAL			
Meta	5,05	5,24	3,8%
Casanare	5,52	5,58	1,1%
Tolima	6,97	7,07	1,5%
Huila	7,31	7,32	0,1%
Norte de Santander	4,13	5,37	30,1%
Resto Departamentos ¹	4,61	4,82	4,5%

Fuente: DANE-Fedearroz, FNA, ENAM

COMPORTAMIENTO POR ZONAS ARROCERAS

Durante el primer semestre de 2026, la zona Llanos concentró el 72,5 % del área nacional, con 235.140 hectáreas, seguida por la zona Centro, con 56.842 hectáreas (17,5 %), Santanderes, con 16.495 hectáreas (5,1 %), Bajo Cauca, con 12.393 hectáreas (3,8 %), y Costa Norte, con 3.684 hectáreas (1,1 %). Frente al mismo semestre de 2025, todas las zonas registraron disminuciones: Llanos cayó 20,4 %, Centro 12,8 %, Santanderes 12,5 %, Bajo Cauca 61,4 % y Costa Norte 40,4 %. Por su participación en el total nacional, la zona Llanos explicó la mayor parte de la reducción del área sembrada, con una contribución de -14,4 puntos porcentuales a la variación nacional de -22,3 %.

Las zonas arroceras definidas en la ENAM son:

Zona Bajo Cauca: Antioquia, Bolívar, Chocó, Córdoba y Sucre.

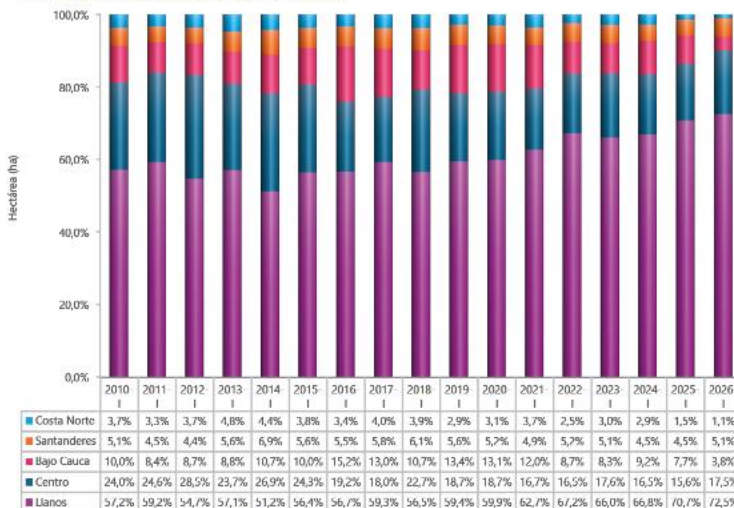
Zona Centro: Caquetá, Cauca, Cundinamarca, Huila, Nariño, Tolima y Valle del Cauca.

Zona Costa Norte: Atlántico, Cesar, La Guajira, Magdalena y el municipio de Yondó en Antioquia.

Zona Llanos: Arauca, Casanare, Guaviare, Meta, Vichada y el municipio de Paratebueno en Cundinamarca.

Zona Santanderes: Norte de Santander y Santander.

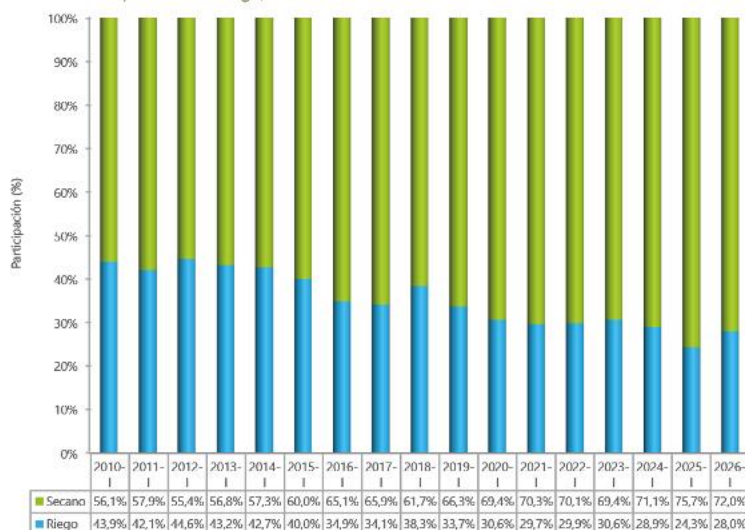
Gráfico 4. Serie área sembrada de arroz mecanizado. Participación (%) según Zonas arroceras. Primer semestre (2010 - 2026)



Fuente: DANE-Fedearroz, FNA

RIEGO Y SECANO: DOS COMPORTAMIENTOS DIFERENTES

Gráfico 5. Serie área sembrada de arroz mecanizado. Participación (%) en el total nacional. Sistema de producción (riego, secano mecanizado). Primer semestre (2010 - 2026)



Fuente: DANE-Fedearroz, FNA

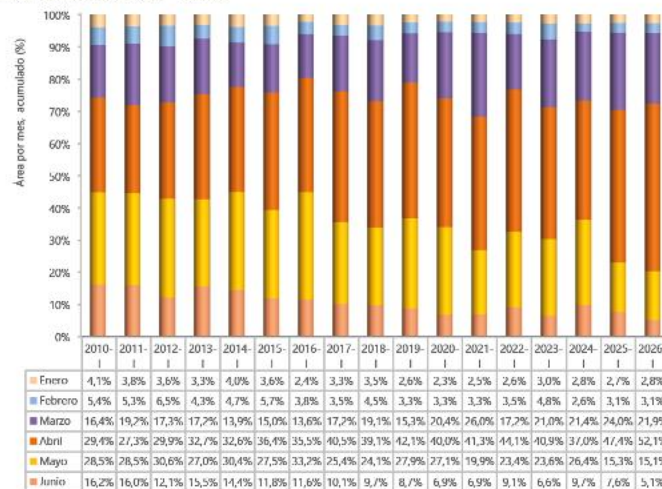
En el primer semestre de 2026, de las 324.554 hectáreas sembradas, 233.745 correspondieron a secano mecanizado, equivalentes al 72,0 %, mientras que 90.809 hectáreas, el 28,0 %, correspondieron al sistema de riego. No obstante, la reducción del área fue más pronunciada en secano. Mientras el área bajo riego disminuyó 10,6 %, el área de secano se redujo 26,0 %.

Bajo riego, el rendimiento pasó de 6,22 a 6,50 t/ha, un aumento de 4,5 %. En secano, por el contrario, disminuyó de 4,28 a 4,02 t/ha, equivalente a una variación de -6,2 %. Estos resultados resaltan la importancia que tienen las condiciones y sistemas de producción en el desempeño del cultivo y muestran una brecha significativa de productividad entre riego y secano.

ABRIL CONCENTRÓ LA MAYOR ÁREA SEMBRADA

Durante el primer semestre de 2026 se estimaron 8.997 hectáreas sembradas en enero, 10.051 en febrero, 70.916 en marzo, 168.979 en abril, 48.979 en mayo y 16.632 en junio. De esta manera, abril concentró el mayor volumen de siembras del semestre. En términos de variación anual, marzo registró una de las principales reducciones, con una caída de 29,1 %, al pasar de 100.077 hectáreas en marzo de 2025 a 70.916 hectáreas en marzo de 2026.

Gráfico 6. Serie área sembrada de arroz mecanizado. Participación (%) según mes de siembra. Primer semestre (2010 - 2026)

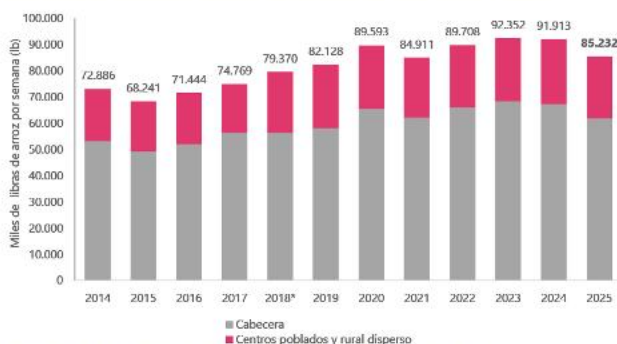


Fuente: DANE-Fedearroz, FNA

EL CONSUMO NACIONAL DE ARROZ TAMBIÉN PRESENTA UNA REDUCCIÓN

Los resultados de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) 2025 aportan un elemento adicional para comprender el contexto del mercado arrocero nacional. El consumo semanal de arroz pasó de 91.913 miles de libras en 2024 a 85.232 miles de libras en 2025, lo que representa una disminución de 7,3 %. Esta reducción se presentó a pesar de que el número de hogares aumentó 2,5 % durante el mismo periodo.

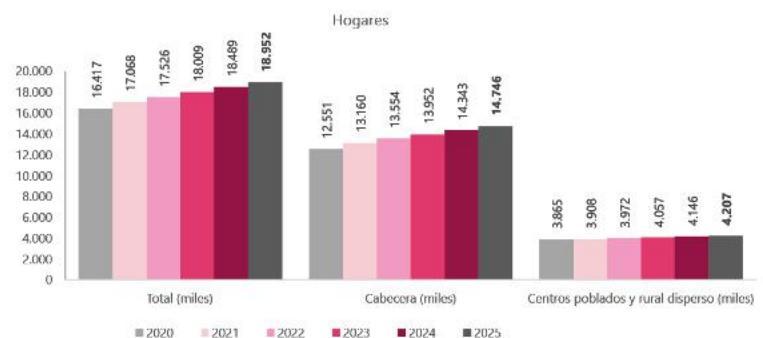
Gráfico 7. Serie histórica de libras (miles) de arroz semanal consumido. Total nacional. Encuesta Nacional de Calidad de Vida (2014 - 2025)



Fuente: DANE, Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV)

*A partir de 2018 los datos son expandidos con proyecciones de población con base en el CNPV 2018. Los datos anteriores a 2018 fueron expandidos con retroproyecciones de población con base en CNPV 2018. Nota: resultados en miles.

Gráfico 8. Hogares (miles). Total, nacional. Encuesta Nacional de Calidad de Vida (2020 - 2025)



Fuente: DANE, Encuesta Nacional de Calidad de Vida

Nota: a partir de 2018 los datos son expandidos con proyecciones de población con base en el CNPV 2018.

Para el sector arrocero, estas cifras constituyen una referencia fundamental para analizar la evolución de la producción, la planificación de las siembras, el comportamiento regional y las condiciones de productividad. La ENAM, desarrollada conjuntamente por el DANE y Fedearroz-Fondo Nacional del Arroz, continúa siendo una fuente central de información estadística para el seguimiento de la actividad arrocera colombiana.

PRINCIPALES CIFRAS DEL PRIMER SEMESTRE DE 2026

- **Área sembrada:** 324.554 hectáreas (-22,3 %)
- **Área cosechada:** 146.380 hectáreas (-17,8 %)
- **Producción:** 876.400 toneladas de arroz paddy verde (-12,3 %)
- **Principal departamento por área sembrada:** Casanare, con 177.780 hectáreas y 54,8 % del total nacional
- **Principal departamento por producción:** Tolima, con 342.741 toneladas
- **Mayor crecimiento de producción:** Norte de Santander, +22,0 %
- **Mayor rendimiento departamental:** Huila, 7,32 t/ha
- **Rendimiento bajo riego:** 6,50 t/ha (+4,5 %)
- **Rendimiento bajo seco:** 4,02 t/ha (-6,2 %)
- **Participación del seco en el área sembrada:** 72,0 %
- **Consumo semanal nacional de arroz en 2025:** 85.232 miles de libras (-7,3 % frente a 2024)

Fuente: DANE-Fedearroz, Fondo Nacional del Arroz. Encuesta Nacional de Arroz Mecanizado (ENAM), primer semestre de 2026. Las cifras de consumo corresponden a la Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2025.

DINISSAN MAQUINARIA
VARDÍ
NEW HOLLAND
EN TODO MOMENTO

TRACTOR 8030

TRACTOR 6630

Lo esperamos en EXPOARROZ
¡Pregunte por los precios de feria!

FEDEARROZ
FEDERACIÓN NACIONAL DE ARROZEROS

EXPOARROZ 2026

+57 601 443 4100 - Línea Nacional Gratuita 01 8000 423 781

Contacte ya a su asesor

@DinissanMaquinaria

maquinaria@dinissan.com.co

dinissanmaquinaria.com

320 280 6346

MICROORGANISMOS DEL SUELO:

*LA CLAVE PARA DESARROLLAR
BIOINOCULANTES QUE MEJOREN
SU FUNCIONAMIENTO*

Investigadoras de la Universidad Nacional de Colombia y de la Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz) explican cómo, mediante un trabajo conjunto, han logrado estudiar los microorganismos asociados al cultivo de arroz en el departamento del Meta. La investigación se desarrolló en la finca La Arabia, donde se implementan prácticas agronómicas bajo el programa de Adopción Masiva de Tecnología (AMTEC), orientadas a la producción de semilla certificada de alta calidad y al uso de herramientas de agricultura de precisión.

En el desarrollo de esta investigación se evidenció que la microbiota del suelo cambia con la aplicación de bioinoculantes comerciales y que su efectividad depende de las condiciones específicas de la zona como el pH, la acidez y la materia orgánica, según lo comentado por la Dra. Ibonne García de la Universidad Nacional, quien hace parte del equipo de investigación y colabora con los investigadores de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz, entre ellos la Bióloga, Carolina Cuellar.

En entrevista con la Revista ARROZ, la Dra. García comenta la importancia de conocer a profundidad la microbiología del suelo y cómo se proyecta el desarrollo de bioinoculantes basados en microorganismos nativos, lo que permitirá mejorar la disponibilidad de nutrientes, el rendimiento del cultivo y la sostenibilidad de los suelos arroceros.

RA ¿Cuándo inició esta alianza entre Fedearroz y la Universidad Nacional de Colombia en torno al estudio de los microorganismos que hay en el suelo?

IBONNE GARCÍA, Investigadora de la Universidad Nacional de Colombia:

El trabajo en este tema inició desde la formulación de varios proyectos en el 2019 que se presentaron en alianza con varios grupos de la Universidad y el sector de arrocero, los cuales se sometieron a diferentes convocatorias, tanto de la Universidad como del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias), para buscar recursos de manera conjunta que nos permitieran profundizar en el conocimiento del papel de la microbiología del suelo en el cultivo del arroz, con el propósito de solucionar problemas de interés de los agricultores.



En el 2021 nos informaron que habían sido financiados simultáneamente dos proyectos, uno con recursos de la Universidad Nacional y el otro de la convocatoria Conectando conocimiento 852-2019 de Minciencias. Empezamos investigando en un lote comercial manejado por ambientes, qué grupos de microorganismos estaban presentes en el suelo y las raíces de la planta, su abundancia y sus funciones; luego, cómo estas poblaciones de microorganismos cambian por la aplicación de bioinoculantes comerciales.

¿En qué fase se encuentran los proyectos en este momento?

IG

La financiación de estos dos proyectos ya terminó, pero a partir de los resultados, continuamos con el interés de seleccionar microorganismos con potencial para el desarrollo de bioinoculantes específicos según el tipo de suelo. En el proyecto cofinanciado por la Universidad Nacional se establecieron los grupos de microorganismos presentes por ambiente según el rendimiento del lote y la importancia de los asociados a las raíces de la planta, siendo fundamentales para la toma de nutrientes y la sanidad.

En cuanto al proyecto de Minciencias, profundizamos en el conocimiento de los grupos de microorganismos asociados al suelo durante el desarrollo del cultivo, puesto que utilizamos una técnica de evaluación de las muestras que permitió obtener más información sobre las comunidades microbianas y su papel en los ciclos bioquímicos del suelo (nitrógeno, metano y sulfuro). Luego, en otro ciclo de cultivo en el mismo lote, se evaluó el cambio en las poblaciones nativas de microorganismos al aplicar un bioinoculante que fija nitrógeno, con esta investigación nos dimos cuenta de que es necesario usar bioinoculantes específicos para cada zona, de acuerdo con las características fisicoquímicas del suelo.

RA ¿Cómo el suelo puede tener tantos microorganismos, que quizá se desconocen, y que hoy son desaprovechados?

IG

En las dos últimas décadas apareció un concepto en biología super importante denominado holobionte, que hace referencia a ver las plantas, los animales, el hombre y los microorganismos acompañantes de cada uno, como un solo organismo. En el caso de las plantas, estos microorganismos tienen funciones importantes para su desarrollo; a partir de este nuevo enfoque se entiende que los microorganismos son fundamentales para la existencia de cualquier organismo superior.

Por esta razón, existen millones de microorganismos en la planta y en el suelo; se sabe que solo el 1% de los microorganismos que viven en el suelo se pueden aislar y cultivar en el laboratorio para aprovecharlos en la generación de bioinsumos a disposición en diferentes sectores, como la agricultura. Actualmente apenas estamos comenzando a conocer el 99% restante mediante tecnologías de punta como las que proporciona la biotecnología, una de ellas es la metagenómica, que permite identificar los microorganismos no cultivables del suelo y qué están haciendo.

RA Si bien es cierto, hay microorganismos no cultivables, ¿cómo lo aprovechamos como bioinoculantes?

IG

Recordemos que cada ser vivo tiene información genética. Entonces podemos utilizar la información genética que tiene cada microorganismo y mediante otras tecnologías, incorporarlo a microorganismos que sí se pueden cultivar y mejorar esas funciones, para generar bioinoculantes nuevos y otros hacerlos más eficientes.

Cuando hablamos de que algunos microorganismos son cultivables, ¿Cómo se extraen para identificar sus componentes en condiciones de laboratorio y qué sucede con el 99% restante? ¿cómo identifican su importancia en el proceso?

RA

IG

Cuando hablamos de microorganismos cultivables, hacemos referencia a los que se pueden extraer en trampas como medios de cultivo en el laboratorio, que permiten determinar las actividades específicas que cumplen en el suelo, como solubilización de fósforo, fijación de nitrógeno, degradación de materia orgánica, promoción de crecimiento vegetal e incluso biocontrol de otros microorganismos patógenos.



En cuanto al 99% restante de microorganismos del suelo, hay un campo de estudio, que es el de la ecología microbiana, el cual a partir de tecnologías de secuenciación de ADN de alto rendimiento y dependiendo del nivel de profundidad de aplicación de esta tecnología llamada metagenómica, logramos conocer la totalidad de microorganismos que están en una muestra, cómo interactúan entre ellos y cómo interactúan con la planta. Esta información de las comunidades microbianas del suelo se relaciona con el desempeño sanitario, nutricional y de productividad de una planta específica.

RA ¿Por qué se decidió tomar las muestras en la finca La Arabia de Fedearroz?

IG

Ya trabajando con Fedearroz y con la posibilidad de hacer ensayos en campo pensamos que debíamos hacerlos en un lote comercial para acercarnos más a la realidad. Trabajamos con Carolina y nos acompañó la ingeniera Olga Higuera quien había venido utilizando en los laboratorios de Fedearroz, las técnicas de microbiología tradicional para evaluar los microorganismos cultivables del suelo para hacer análisis funcionales de éstos. En la finca de La Arabia, sabíamos que existían lotes sectorizados por zonas de alto y bajo rendimiento. Teniendo esos antecedentes, podíamos tener criterios para hacer el muestreo y tener puntos específicos de comparación de zonas de alto y bajo rendimiento, investigando qué microorganismos se presentan en cada zona y cómo interactúan con las propiedades físico-químicas del suelo, todo con el fin de entender las posibles relaciones entre variables como el rendimiento y las comunidades microbianas.



RA Al poder identificar esos otros microorganismos que no son cultivables, ¿qué es lo que están logrando y qué fase sigue con esos resultados?

IG

De los resultados más interesantes que obtuvimos en el proyecto fue entender que grupos de microorganismos asociados a las raíces de la planta son los que más condicionan variables como el rendimiento, por encima de los microorganismos que habitan el suelo circundante, lo cual ayuda a enfocar la toma de muestras para análisis microbiológicos del suelo.

También encontramos que la aplicación de un bioinoculante modifica la microbiota nativa del suelo, de manera positiva o negativa. Su efecto depende de las características físico-químicas del suelo y de las condiciones de aplicación, al igual que los productos químicos tradicionales. Por ejemplo, en el caso del Meta, aplicamos un bioinoculante que fija nitrógeno bajo condiciones óptimas de pH del suelo, sin embargo, nos dimos cuenta de que en pHs muy ácidos, su actividad de fijación se vio disminuida lo que evitó que el bioinoculante actuara como en otras zonas, donde funcionan bien. El propósito es ir al campo de nuevo, traer otra vez muestras y tratar de desarrollar un método para aislar microorganismos no cultivables nativos que a futuro nos permitan desarrollo de bioinoculantes específicos para la zona, que sean más eficientes y adaptados a estos suelos.



IG

¿Se busca que el bioinoculante sea el producto final?

RA

Sí, el producto final son nuevas tecnologías basadas en microorganismos nativos como los bioinoculantes, cuya innovación sea dirigida a su adaptación a las zonas arroceras y que nos permita suplir por ejemplo el déficit en materia orgánica de estos suelos que son muy pobres, tener microorganismos que fijen nitrógeno y solubilicen fósforo, entre otras funciones, pero que lo hagan en esas condiciones tan difíciles de pH, mejorando la disponibilidad de nutrientes, el rendimiento del cultivo y la sostenibilidad de los suelos arroceros.

Para la **bióloga de Fedearroz-Fondo Nacional del Arroz, Carolina Cuellar**, los microorganismos del suelo desempeñan un papel esencial en la nutrición y el desarrollo de las plantas, ya que contribuyen a que los nutrientes estén disponibles para su absorción. Sin embargo, su efectividad depende de las condiciones del suelo. En muchas zonas arroceras, décadas de mecanización intensiva han generado suelos compactados, con alta acidez, bajos niveles de materia orgánica y condiciones poco favorables para la actividad biológica. En este contexto, la aplicación de microorganismos benéficos se convierte en una herramienta clave para mejorar la calidad del suelo y favorecer mejores rendimientos.

"Dentro del proyecto descubrimos que este tipo de productos pueden desarrollarse a partir de microorganismos nativos del propio suelo. Aunque muchos de ellos no son cultivables mediante métodos convencionales, los avances científicos nos permiten identificarlos y explorar estrategias para aislarlos o reproducir sus funciones, con miras a desarrollar bioinoculantes más eficientes y adaptados a las condiciones locales", explicó la bióloga Cuellar.

Gracias a esta línea de investigación, la Universidad Nacional de Colombia y Fedearroz buscan impulsar el desarrollo de bioinoculantes específicos para las diferentes zonas arroceras del país, aprovechando el potencial de los microorganismos nativos y generando tecnologías ajustadas a las características particulares de cada suelo. Otro hallazgo relevante del estudio fue la diferencia entre las comunidades microbianas asociadas directamente a las raíces y aquellas presentes en el suelo circundante o de soporte. Los investigadores encontraron que los microorganismos que habitan en las inmediaciones de la raíz tienen una relación mucho más estrecha con variables como la absorción de nutrientes y el rendimiento del cultivo.

"El suelo rizosférico corresponde a la fracción de suelo que permanece adherida a las raíces después de extraer la planta y remover suavemente el exceso de tierra. Esta zona alberga comunidades microbianas diferentes a las del resto del suelo. La planta ejerce una selección natural sobre estos microorganismos, favoreciendo aquellos que le aportan mayores beneficios. Comprender estas interacciones resulta de gran utilidad tanto para los investigadores como para los productores", señaló Carolina Cuellar.

Este conocimiento abre nuevas oportunidades para fortalecer las metodologías de diagnóstico que desarrolla Fedearroz. Incorporar el análisis de la microbiota asociada a las raíces permitirá comprender mejor la salud del sistema suelo-planta y avanzar hacia recomendaciones de manejo cada vez más precisas, sostenibles y adaptadas a las condiciones de cada región arroceras.

MITIGACIÓN DE EFECTOS POR EL FENÓMENO DE “EL NIÑO” CON EL SISTEMA DE RIEGO EN PISCINAS

Por: Miguel Buelvas, Ingeniero Agrónomo de Fedearroz – Fondo Nacional del Arroz



En el marco de las acciones de adaptación del cultivo de arroz frente a la variabilidad climática en La Mojana, el Grupo Técnico de Fedearroz – Fondo Nacional del Arroz desarrolló una experiencia orientada a evaluar el sistema de riego en piscinas - MIRI, articulado con las prácticas del programa de Adopción Masiva de Tecnología AMTEC, como alternativa para disminuir la vulnerabilidad del arroz seco ante períodos de déficit hídrico asociados al fenómeno de “El Niño”.

La experiencia parte de reconocer que el sistema de arroz seco presenta una alta dependencia de las lluvias y, por tanto, una mayor exposición a la irregularidad climática. Frente a esta condición, el sistema de piscinas permite incrementar el control sobre el recurso hídrico mediante su almacenamiento, distribución, conservación y evacuación, además de posibilitar el riego complementario durante las fases críticas del cultivo.

El documento señala que este sistema presenta una respuesta alta frente al cambio climático, especialmente en zonas donde se combinan períodos de sequía e inundación.

Como parte del proceso de transformación 2026-2030, se plantea adecuar lotes altos mediante nivelación y construcción de piscinas o curvas de nivel para favorecer la retención de humedad, disminuir las pérdidas de agua por escorrentía y generar condiciones para realizar riego complementario. De esta manera, la adecuación del terreno se convierte en un componente fundamental para avanzar desde un sistema dependiente de la precipitación hacia un sistema con mayor capacidad de regulación hídrica.

El manejo agronómico desarrollado bajo el enfoque AMTEC incluyó diagnóstico físico del suelo, evaluación de textura y dureza mediante calicatas, adecuación con rastra y land plane, construcción de taipas para la división de piscinas y establecimiento de siembra en hileras.

Se utilizaron 100 kg/ha de semilla certificada de las variedades Fedearroz 70 y Fedearroz 2020, seleccionadas por su carácter precoz como parte de la estrategia de mitigación de la variabilidad climática. El manejo incorporó además fertilización basada en criterios técnicos y seguimiento mediante valores SPAD.

El sistema MIRI fue implementado como riego complementario mediante politubos y bombeo, integrado al manejo agronómico del cultivo. La presentación registra además eventos de precipitación y las diferentes labores de manejo de malezas, construcción de piscinas y curvas de nivel, mostrando la integración entre adecuación física del terreno, manejo agronómico y gestión del agua.

En este sentido, la experiencia evidencia que la transformación del arroz de seco hacia sistemas de piscinas con riego MIRI representa una alternativa promisorio para La Mojana, al permitir pasar de una agricultura altamente dependiente del comportamiento de las lluvias a un modelo con mayor capacidad de manejo del recurso hídrico. Además de contribuir a reducir el riesgo asociado al estrés hídrico, el sistema puede favorecer una mayor estabilidad productiva, mejorar el aprovechamiento del agua y fortalecer la capacidad de adaptación de los productores frente a escenarios de variabilidad climática.



Cultivos de servicio:

una alternativa para mejorar la condición física del suelo en arroz seco

¹ ASESOR TÉCNICO INTEGRAL FEDERACIÓN NACIONAL DE ARROCEROS, FEDEARROZ, YOPAL, COLOMBIA
² INVESTIGADOR FEDERACIÓN NACIONAL DE ARROCEROS, FEDEARROZ - FNA, VILLAVICENCIO, COLOMBIA
³ ASESOR TÉCNICO INTEGRAL FEDERACIÓN NACIONAL DE ARROCEROS, FEDEARROZ, VILLAVICENCIO, COLOMBIA

1. RESUMEN

Los sistemas de rotación y la inclusión de cultivos de servicio constituyen alternativas de manejo orientadas a conservar y mejorar las propiedades físicas del suelo en sistemas agrícolas. En el cultivo de arroz, estas prácticas pueden contribuir a disminuir las condiciones restrictivas para el desarrollo radicular asociadas con una elevada resistencia mecánica del suelo. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes sistemas de rotación en sucesión con arroz seco sobre la resistencia a la penetración (RP) del suelo a diferentes profundidades. El experimento se desarrolló durante 2023-2025 bajo una matriz de rotaciones en franjas fijas, con 10 tratamientos y tres repeticiones espaciales. Durante el primer semestre de cada año se estableció arroz seco y, durante los segundos semestres de 2023 y 2024, se implementaron diferentes rotaciones con especies gramíneas y leguminosas. La RP se evaluó después de cada ciclo de rotación, al inicio de 2024 y 2025, en cinco intervalos de profundidad entre 0 y 25 cm. Después del primer ciclo no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en ninguno de los intervalos evaluados ($p > 0.10$). Después del segundo ciclo se observaron diferencias significativas en los intervalos de 0-5, 6-10 y 11-15 cm ($p < 0.10$). Los tratamientos con *Crotalaria ochroleuca*, *Crotalaria juncea* y *Vigna radiata* (frijol mungo) se encontraron entre los que presentaron menores valores de RP en los primeros 15 cm del suelo, mientras que los tratamientos con pasto Ruzi y sorgo + pasto Ruzi presentaron valores relativamente mayores en varios de los intervalos evaluados. Estos resultados indican que la respuesta de la resistencia a la penetración puede depender de la especie incluida en la rotación y hacerse más evidente después de ciclos sucesivos de manejo.

PALABRAS CLAVE: CULTIVOS DE SERVICIO, ROTACIÓN DE CULTIVOS, RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN, COMPACTACIÓN DEL SUELO, ARROZ SECO.

2. INTRODUCCIÓN

El suelo es un componente determinante para el desarrollo del cultivo de arroz, ya que constituye el medio a través del cual las plantas obtienen agua y nutrientes y desarrollan su sistema radicular, siempre que presente condiciones adecuadas de fertilidad y estructura (Friedrich, 2017). Para favorecer el desarrollo del cultivo, el suelo debe tener capacidad para retener agua, permitir el intercambio gaseoso a través de sus poros y facilitar la penetración y exploración de las raíces. Por el contrario, la degradación de sus propiedades físicas puede aumentar la resistencia al crecimiento radicular y limitar el aprovechamiento de agua y nutrientes, afectando potencialmente el desarrollo y rendimiento del cultivo (Castilla et al., 2023). En este sentido, el conocimiento de las propiedades químicas, físicas y microbiológicas del suelo resulta fundamental para orientar prácticas de manejo que permitan conservar su capacidad productiva (Zhuang et al., 2022; Castilla et al., 2023).

Entre los principales procesos que deterioran la calidad física de los suelos destinados al cultivo de arroz se encuentra la compactación, debido a que puede restringir el desarrollo radicular y afectar la productividad del cultivo (Cortés et al., 2013). Este proceso puede estar asociado, entre otros factores, al tránsito frecuente de maquinaria agrícola, especialmente cuando las labores se realizan bajo condiciones de alta humedad del suelo, frecuentes durante la preparación de terrenos arroceros (Torres et al., 2020). La compactación implica un incremento de la densidad aparente y de la resistencia mecánica del suelo como consecuencia de la aplicación de cargas o presiones, acompañado generalmente de una reducción del espacio poroso. Su intensidad y los valores considerados restrictivos dependen de características como la textura, la estructura y el contenido de materia orgánica del suelo. Asimismo, procesos como la contracción durante el secado y la degradación de la materia orgánica pueden contribuir al deterioro de su estructura. Como consecuencia, la disminución de la porosidad puede dificultar el crecimiento y la exploración radicular (Molina et al., 2013; Gutiérrez, 2014). De igual manera, la labranza intensiva y repetida con implementos superficiales, como rastras de discos y pulidores, puede favorecer la formación de capas de mayor resistencia mecánica en los primeros centímetros del perfil del suelo (Guzmán et al., 2018; Fernández et al., 2020).

Para mitigar estos efectos, la rotación de cultivos es una estrategia eficaz, ya que contribuye a mantener la salud del suelo y mejorar el rendimiento del arroz (Silva et al., 2015; Houben et al., 2020). La rotación de cultivos consiste en un plan estructurado de siembra de diferentes especies en el mismo terreno, lo que permite además de reducir la incidencia de plagas y enfermedades, mejorar y conservar la salud del suelo (Houben et al., 2020). El crecimiento y la diversidad de raíces generan transformaciones en la estructura del suelo al favorecer la formación de bioporos que mejoran los flujos de aire y agua, además de aumentar la capacidad de retención hídrica. Además de los cambios en la distribución de poros, los cultivos de cobertura contribuyen a la formación de agregados estables, que fortalecen el desarrollo radicular y ofrecen mayor resistencia ante las presiones ejercidas por la maquinaria y el pisoteo de animales. Por estas razones, el uso de cultivos de cobertura se considera una estrategia clave para mejorar la calidad física del suelo en sistemas agrícolas (Cherubin et al., 2024).

Diversos autores han documentado los efectos de los cultivos de cobertura sobre las propiedades físicas y químicas del suelo (Silva et al., 2015; Houben et al., 2020; Vargas et al., 2022). Entre los principales beneficios reportados se encuentran mejoras en la estabilidad de los agregados y en la tasa de infiltración (Muñoz et al., 2007; Celette et al., 2008; Bodner et al., 2014), incrementos en el carbono orgánico del suelo y la materia orgánica particulada (Poeplau y Don, 2015; Leung et al., 2015), así como una mayor capacidad de retención de agua (Basche et al., 2016; Quemada y Cabrera, 2002; Ward et al., 2012). Asimismo, los cultivos de cobertura pueden contribuir a disminuir la resistencia mecánica de los horizontes superficiales mediante la protección de los agregados frente al impacto de las gotas de lluvia y el mejoramiento de la agregación asociado con los aportes de materia orgánica al suelo (Álvarez et al., 2017; Gabriel et al., 2021). Sin embargo, la magnitud de estos beneficios puede depender de la especie utilizada y de las características de su sistema radicular, presentándose respuestas diferentes entre gramíneas y leguminosas como consecuencia, entre otros factores, de las diferencias en la cantidad y calidad de los residuos producidos (Blanco et al., 2015; Blanco y Jasa, 2019).

A pesar de los beneficios documentados para diferentes sistemas productivos, la respuesta de las propiedades físicas del suelo puede variar de acuerdo con las condiciones edafoclimáticas, las especies utilizadas y el tiempo de permanencia de las rotaciones. En este contexto, resulta relevante evaluar el efecto de diferentes especies utilizadas en sucesión con arroz secano sobre la resistencia mecánica del suelo bajo las condiciones productivas del piedemonte llanero, así como determinar si estos efectos se hacen más evidentes después de ciclos sucesivos de rotación.

OBJETIVO DEL ESTUDIO. Evaluar el efecto de distintos sistemas de rotación en sucesión con el cultivo de arroz secano sobre la resistencia a la penetración del suelo a diferentes profundidades, con el fin de identificar su respuesta después de ciclos sucesivos de manejo y su potencial contribución al mejoramiento de las condiciones físicas del suelo.

El trabajo se desarrolló en el marco del proyecto “Implementación de tecnologías de manejo de suelos que contribuyan con la sostenibilidad y competitividad de sistemas de producción de maíz, arroz y soya y la construcción de paisajes agrícolas sostenibles en tres municipios del departamento del Meta”, ejecutado por AGROSAVIA y FEDEARROZ con recursos del Sistema General de Regalías.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

El experimento se estableció en el Centro Experimental Santa Rosa (CESR) de FEDEARROZ, ubicado en la vereda Santa Rosa, municipio de Villavicencio, Meta, en las coordenadas 4.026861° N y -73.476075° W, a una altitud de 316 m s. n. m. El predio cuenta con 35 hectáreas destinadas a actividades de investigación, principalmente relacionadas con el cultivo de arroz (Figura 1).



Figura 1. Ubicación geográfica del Centro Experimental Santa Rosa, FEDEARROZ-FNA. Google Earth, 2024.

Los parámetros químicos medios del suelo en el perfil de 0-20 cm correspondieron a pH = 4.93, conductividad eléctrica = 0.30 dS m⁻¹, materia orgánica = 1.18 g 100 g⁻¹, capacidad de intercambio catiónico = 3.43 cmol(+) kg⁻¹, calcio disponible = 1.31 cmol(+) kg⁻¹, magnesio disponible = 0.55 cmol(+) kg⁻¹, potasio disponible = 0.28 cmol(+) kg⁻¹, sodio disponible = 0.14 cmol(+) kg⁻¹, acidez = 0.63 cmol(+) kg⁻¹, aluminio intercambiable = 0.52 cmol(+) kg⁻¹ y fósforo disponible = 17.44 mg kg⁻¹. Los parámetros físicos medios correspondieron a saturación = 29.7 %, capacidad de campo = 26.3 %, punto de marchitez permanente = 19.3 %, densidad aparente = 1.7 g cm⁻³, arena = 38 %, arcilla = 21.1 % y limo = 40.9 %, correspondientes a una textura franca.

3.2. TRATAMIENTOS Y CONDICIONES DEL ENSAYO

La investigación hace parte de un experimento de mediana duración en el que se evalúan los efectos sobre las propiedades químicas, físicas y microbiológicas del suelo asociados al uso de diferentes rotaciones en sucesión con el cultivo de arroz secano bajo un sistema de labranza reducida. El experimento se estableció mediante una matriz de rotaciones en franjas fijas, con 10 tratamientos y tres repeticiones espaciales por tratamiento, para un total de 30 franjas experimentales. Los tratamientos estuvieron definidos por diferentes secuencias de rotación que incluyeron especies leguminosas y gramíneas (Tabla 1). Cada franja tuvo dimensiones de 7.6 m × 23 m, equivalentes a un área de 174.8 m², y una separación de 0.8 m entre franjas. Las franjas correspondientes a cada tratamiento se mantuvieron en la misma posición durante los ciclos de evaluación, con el propósito de conservar la secuencia de rotación establecida a lo largo del experimento.

Rotación	2023		2024		2025
	Semestre A Siembra de arroz secano	Semestre B Siembra de rotación	Semestre A Siembra de arroz secano	Semestre B Siembra de rotación	Semestre A Siembra de arroz secano
1	Arroz	Soya → Caupí	Arroz	Soya → Caupí	Arroz
2	Arroz	Soya → Crotalaria	Arroz	Soya → Crotalaria	Arroz
3	Arroz	Soya → Mungo	Arroz	Soya → Mungo	Arroz
4 Testigo	Arroz	Soya	Arroz	Soya	Arroz
5	Arroz	Pasto Ruzi	Arroz	Pasto Ruzi	Arroz
6	Arroz	Crotalaria ochroleuca	Arroz	Crotalaria ochroleuca	Arroz
7	Arroz	Crotalaria juncea	Arroz	Crotalaria juncea	Arroz
8	Arroz	Mungo	Arroz	Mungo	Arroz
9	Arroz	Sorgo	Arroz	Sorgo	Arroz
10	Arroz	Sorgo + Pasto Ruzi	Arroz	Sorgo + Pasto Ruzi	Arroz

Donde: "→" = indica que después de la soya, se estableció la especie indicada como segundo componente de la rotación.

Tabla 1. Matriz de rotaciones.



Figura 2. Matriz de rotaciones. A) Siembra en primer semestre con arroz; B) Siembra en segundo semestre con rotaciones.

Durante el desarrollo del ensayo se procuraron condiciones adecuadas para la siembra, crecimiento y desarrollo de los cultivos, mediante un manejo agronómico acorde con las necesidades de cada especie y procurando minimizar factores limitantes relacionados con deficiencias nutricionales, estrés hídrico, toxicidad, malezas e incidencia de plagas y enfermedades.

En el primer semestre de 2023 se realizó la siembra inicial de arroz, utilizando labranza convencional para la adecuación del lote. Durante el segundo semestre de 2023 se estableció el primer ciclo de rotaciones. Para ello, los residuos del cultivo de arroz fueron desbrozados y la preparación del suelo se realizó mediante labranza vertical, evitando el uso de implementos de discos. El manejo agronómico se ajustó a las necesidades específicas de cada especie utilizada en la rotación.

Durante el primer semestre de 2024 se estableció nuevamente arroz seco y, en el segundo semestre, se repitieron los tratamientos de rotación correspondientes a cada franja. Finalmente, durante el primer semestre de 2025 se realizó un nuevo ciclo de arroz. De esta manera, las rotaciones permanecieron asociadas a las mismas franjas durante los dos años de evaluación, permitiendo analizar su efecto acumulativo sobre las propiedades físicas del suelo.

3.3. EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN

La resistencia a la penetración (RP) se evaluó al finalizar cada ciclo de rotación. Las mediciones correspondientes al primer ciclo se realizaron al inicio del primer semestre de 2024, después de las rotaciones establecidas durante 2023-B, mientras que la segunda evaluación se realizó al inicio del primer semestre de 2025, después de las rotaciones establecidas durante 2024-B.

Para la recolección de datos se empleó una cuadrícula de muestreo predefinida con 90 puntos, distribuidos en tres puntos de muestreo por franja (Figura 3). Las mediciones se realizaron utilizando un Penetrologger 06.15SA equipado con GPS (Royal Eijkelpamp, 2024). El equipo también disponía de una sonda para la medición de humedad volumétrica del suelo; sin embargo, estos registros no fueron incluidos en el análisis debido a que no fue posible verificar adecuadamente la calibración del sensor.



Figura 3. Evaluación de la resistencia a la penetración (MPa) con penetrologger.

El plan de muestreo fue estructurado mediante el software Penetroviewer V6.08 (Royal Eijkelpamp, 2024), en el cual se definieron los 90 puntos de medición. En cada punto se realizaron tres penetraciones, para un total de 270 mediciones en cada evaluación. Las tres penetraciones realizadas en cada punto fueron consideradas submuestras y posteriormente promediadas para obtener un único valor representativo por punto.

El equipo se utilizó con un cono de 2.0 cm² de área basal y un ángulo de 60°, manteniendo una velocidad de penetración de 2.0 cm s⁻¹. Aunque el equipo permite realizar mediciones hasta una profundidad de 80 cm, para esta investigación se analizaron únicamente los primeros 25 cm del perfil del suelo.

3.4. PREPARACIÓN DE LOS DATOS

Los registros obtenidos con el Penetrologger fueron descargados mediante el software Penetroviewer V6.08 (Royal Eijkelkamp, 2024), el cual permitió realizar la previsualización y exportación de la información. Los datos correspondientes a cada evaluación fueron exportados en formato Excel y posteriormente organizados de acuerdo con el tratamiento, la repetición y la profundidad de evaluación.

Para el análisis, los primeros 25 cm del perfil del suelo se dividieron en cinco intervalos de profundidad: 0-5 cm, 6-10 cm, 11-15 cm, 16-20 cm y 21-25 cm. Para cada uno de los puntos de muestreo se calculó el promedio de las tres penetraciones realizadas, obteniendo un único valor representativo de RP por punto y por intervalo de profundidad.

Posteriormente, la información fue organizada de acuerdo con las tres repeticiones espaciales de cada tratamiento, de manera que para el análisis estadístico se dispuso de tres valores por tratamiento para cada intervalo de profundidad. La base de datos final quedó estructurada en 10 tratamientos, tres repeticiones espaciales y cinco intervalos de profundidad para cada uno de los años evaluados.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DE CORRELACIONES

El análisis estadístico se realizó de manera independiente para cada año de evaluación y para cada uno de los cinco intervalos de profundidad. Se efectuó un análisis de varianza univariado (ANOVA) para evaluar el efecto de los tratamientos sobre la resistencia a la penetración del suelo, utilizando las tres repeticiones espaciales correspondientes a cada tratamiento.

Las diferencias entre las medias de los tratamientos fueron evaluadas mediante la prueba de comparación múltiple de Duncan, utilizando un nivel de significancia de $\alpha = 0.10$. El análisis se realizó con el programa InfoStat versión 2020 (InfoStat, 2020).

Este procedimiento permitió evaluar las diferencias en la resistencia a la penetración entre los sistemas de rotación para cada profundidad, tanto después del primer ciclo de rotaciones, evaluado en 2024, como después del segundo ciclo, evaluado en 2025.

4. RESULTADOS

4.1. RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN

La tabla 2 relaciona las medidas de resumen para la resistencia a la penetración (RP) en los cinco perfiles que fueron evaluados durante el desarrollo de esta investigación durante los primeros semestres del año 2024 y 2025.

Año	Perfil	Media	D.E.	Mín.	Máx.	Mediana	CV	E.E.
2024	0 - 5 cm	0.51	0.30	0.03	1.40	0.41	59.24	0.03
	6 - 10 cm	1.07	0.46	0.20	2.20	1.01	43.61	0.05
	11 - 15 cm	1.40	0.43	0.28	2.20	1.40	31.11	0.05
	16 - 20 cm	1.67	0.34	0.64	2.07	1.75	20.57	0.04
	21 - 25 cm	1.84	0.27	1.30	2.70	2.00	14.61	0.03
2025	0 - 5 cm	0.51	0.18	0.20	0.96	0.48	36.20	0.02
	6 - 10 cm	1.00	0.34	0.31	1.84	0.98	34.17	0.04
	11 - 15 cm	1.31	0.42	0.47	2.41	1.28	31.81	0.04
	16 - 20 cm	1.53	0.40	0.63	2.53	1.54	26.26	0.04
	21 - 25 cm	1.64	0.37	0.63	2.51	1.67	22.44	0.04
Donde: "D.E." = Desviación estándar; "Mín." = Valor mínimo; "Máx." = Valor máximo; "CV" = Coeficiente de variación; "E.E." = Error estándar								

Tabla 2. Medidas de resumen para la resistencia a la penetración (MPa) en cinco perfiles de suelo.

4.2. EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN AÑO 2024

Los resultados del análisis de varianza realizado en InfoStat para cada intervalo de profundidad, considerando la resistencia a la penetración por tratamiento durante la evaluación de 2024-A, correspondiente al efecto del primer ciclo de rotaciones establecido en 2023-B, se presentan a continuación.

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza mostraron diferencias numéricas entre los tratamientos; sin embargo, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los cinco intervalos de profundidad evaluados ($p > 0.10$).

Factor	P1	P2	P3	P4	P5
Ajuste del modelo					
R ²	0.15	0.09	0.08	0.07	0.09
R ² Aj.	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
CV	57.49	43.91	31.40	20.92	14.67
Significancia					
Modelo	0.1254	0.5581	0.6019	0.7340	0.5114
Perfil	0.1254	0.5581	0.6019	0.7340	0.5114
Test de Duncan					
1	0.52 abc	1.06 ab	1.44 a	1.61 a	1.83 abc
2	0.30 c	0.84 b	1.26 a	1.75 a	1.97 a
3	0.52 abc	1.32 a	1.57 a	1.73 a	1.88 abc
4	0.48 abc	0.16 ab	1.46 a	1.68 a	1.84 abc
5	0.74 a	1.27 ab	1.52 a	1.73 a	1.70 c
6	0.50 abc	1.10 ab	1.48 a	1.78 a	1.79 bc
7	0.53 abc	0.97 ab	1.18 a	1.52 a	1.81 abc
8	0.46 bc	1.01 ab	1.31 a	1.67 a	1.97 abc
9	0.64 ab	1.14 ab	1.48 a	1.68 a	1.88 abc
10	0.37 c	0.98 ab	1.26 a	1.50 a	1.76 c

Donde: "P1" = intervalo de 0-5 cm; "P2" = intervalo de 6-10 cm; "P3" = intervalo de 11-15 cm; "P4" = intervalo de 16-20 cm; "P5" = intervalo de 21-25 cm; "R²" = coeficiente de determinación; "R² Aj." = coeficiente de determinación ajustado; "CV" = coeficiente de variación. Medias identificadas con la misma letra no difieren entre sí según la prueba de Duncan ($\alpha = 0.10$).

Tabla 3. Test de Duncan para las medias de resistencia a la penetración (MPa) en los cinco perfiles evaluados por efecto uso de rotaciones en segundo semestre (2023-B).

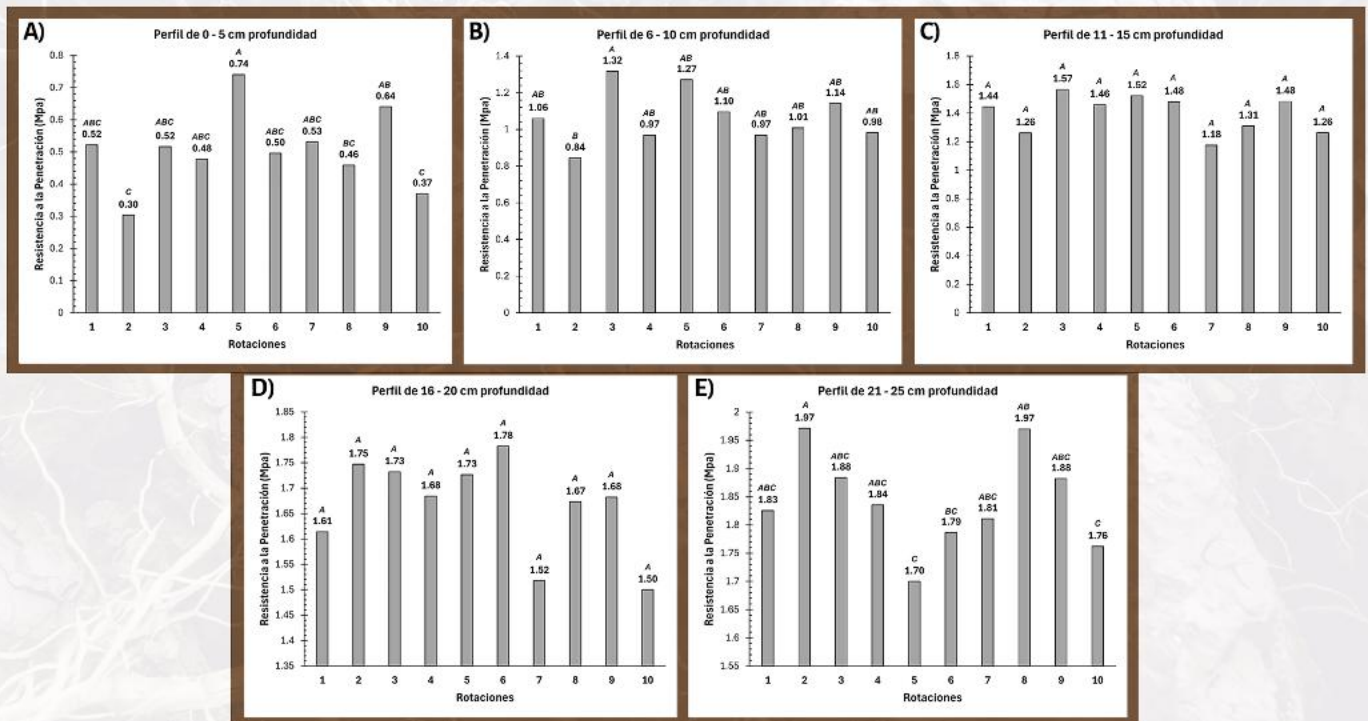


Figura 4. Efecto de diez sistemas de rotación sobre la resistencia a la penetración (MPa) en cinco intervalos de profundidad del suelo durante el primer año de sucesión (2024): A) 0-5 cm; B) 6-10 cm; C) 11-15 cm; D) 16-20 cm; E) 21-25 cm.

La Figura 4 muestra las medias de resistencia a la penetración para los 10 tratamientos evaluados en cada intervalo de profundidad. Aunque no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, las principales diferencias numéricas se observaron en los intervalos de 0-5 cm y 21-25 cm. En el intervalo de 0-5 cm, los tratamientos 2 (soya → crotalaria) y 10 (sorgo + pasto Ruzi) presentaron las menores medias de RP, con valores de 0.30 y 0.37 MPa, respectivamente, mientras que el tratamiento 5 (pasto Ruzi) registró la media más alta, con 0.74 MPa. En el intervalo de 21-25 cm, los tratamientos 5 y 10 presentaron medias de RP de 1.70 y 1.76 MPa, respectivamente, mientras que el tratamiento 2 alcanzó un valor promedio de 1.97 MPa.

4.3. EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN AÑO 2025

Los resultados del análisis de varianza realizado en InfoStat para cada intervalo de profundidad, considerando la resistencia a la penetración por tratamiento durante la evaluación de 2025-A, correspondiente al efecto del segundo ciclo de rotaciones establecido en 2024-B, se presentan a continuación.

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en los intervalos de 0-5 cm ($p = 0.0523$), 6-10 cm ($p = 0.0686$) y 11-15 cm ($p = 0.0680$). Para los intervalos de 16-20 cm ($p = 0.1050$) y 21-25 cm ($p = 0.2881$) no se detectaron diferencias estadísticamente significativas con el nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.10$).

Factor	P1	P2	P3	P4	P5
Ajuste del modelo					
R ²	0.18	0.17	0.17	0.16	0.12
R ² Aj.	0.09	0.08	0.08	0.07	0.02
CV	34.53	32.76	30.49	25.39	22.18
Significancia					
Modelo	0.0523	0.0686	0.068	0.1050	0.2881
Perfil	0.0523	0.0686	0.068	0.1050	0.2881
Test de Duncan					
1	0.58 abc	1.13 a	1.47 ab	1.67 ab	1.83 a
2	0.57 abc	1.10 ab	1.38 abc	1.50 abc	1.53 ab
3	0.46 bcd	1.06 ab	1.41 abc	1.60 ab	1.57 ab
4	0.49 bcd	1.01 abc	1.40 abc	1.68 ab	1.71 ab
5	0.66 a	1.15 a	1.48 ab	1.64 ab	1.82 ab
6	0.43 cd	0.87 abc	1.15 bcd	1.38 bc	1.58 ab
7	0.45 bcd	0.82 bc	1.08 cd	1.40 bc	1.7 ab
8	0.41 d	0.73 c	1.00 d	1.22 c	1.42 ab
9	0.48 bcd	0.95 abc	1.24 abcd	1.45 abc	1.55 ab
10	0.59 ab	1.14 a	1.52 a	1.77 a	1.74 ab

Donde: "P1" = intervalo de 0-5 cm; "P2" = intervalo de 6-10 cm; "P3" = intervalo de 11-15 cm; "P4" = intervalo de 16-20 cm; "P5" = intervalo de 21-25 cm; "R²" = coeficiente de determinación; "R² Aj." = coeficiente de determinación ajustado; "CV" = coeficiente de variación. Medias identificadas con la misma letra no difieren entre sí según la prueba de Duncan ($\alpha = 0.10$).

Tabla 4. Test de Duncan para las medias de resistencia a la penetración en los cinco perfiles evaluados por efecto uso de rotaciones en segundo semestre (2024-B).

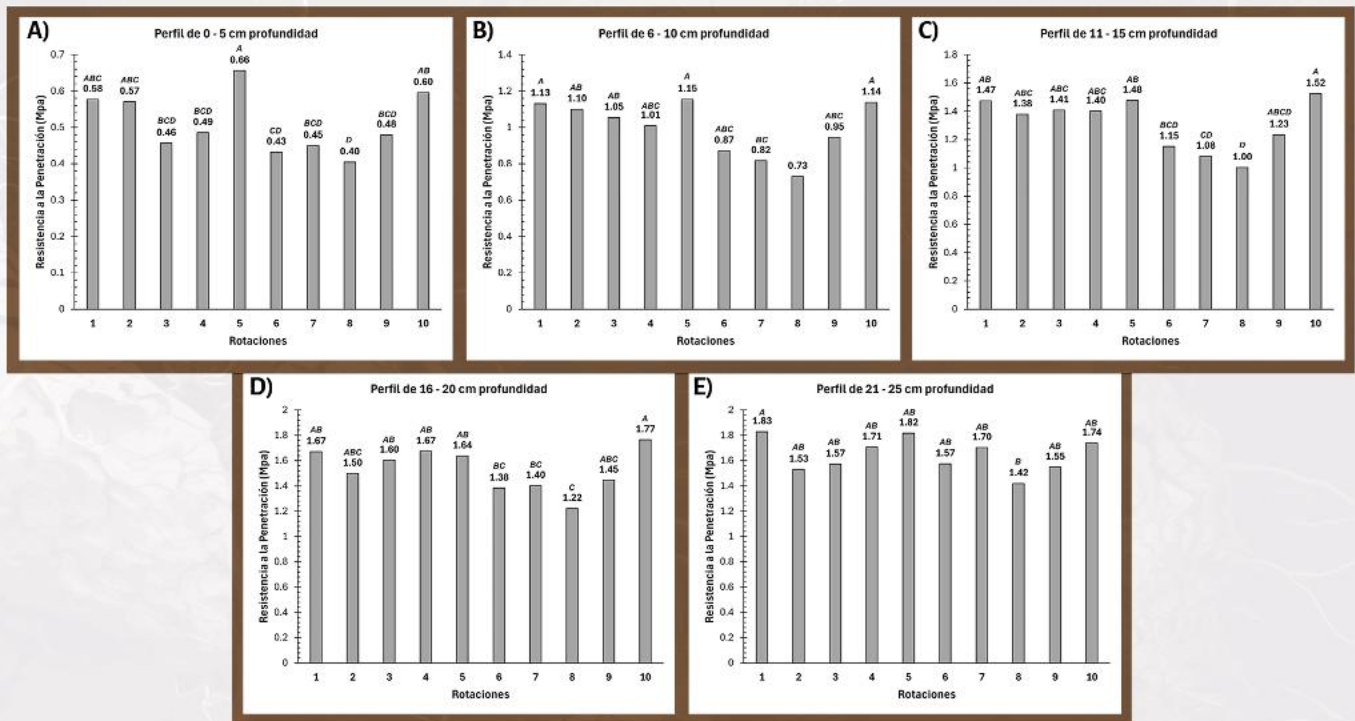


Figura 5. Efecto de diez sistemas de rotación sobre la resistencia a la penetración en cinco perfiles del suelo durante el segundo año de sucesión (2025): A) Perfil 0 - 5 cm; B) Perfil 6 - 10 cm; C) Perfil 11 - 15 cm; D) Perfil 16 - 20 cm; E) Perfil 21 - 25 cm.

La Figura 5 muestra las medias de resistencia a la penetración en los distintos intervalos de profundidad para los 10 tratamientos evaluados durante 2025-A. Durante el segundo año del experimento se observaron diferencias más marcadas entre tratamientos, principalmente en los primeros 15 cm del suelo. Los tratamientos 8, 7 y 6 presentaron, en general, algunas de las menores medias de RP en los primeros intervalos evaluados. En el intervalo superficial de 0-5 cm, estos tratamientos registraron valores de 0.41, 0.45 y 0.43 MPa, respectivamente, mientras que los tratamientos 5 y 10 presentaron valores de 0.66 y 0.59 MPa. En los intervalos subsiguientes, los tratamientos 6, 7 y 8 mantuvieron valores relativamente bajos de RP, mientras que los tratamientos 5 y 10 se encontraron entre los de mayores valores. Por su parte, los tratamientos 1 al 4 (soya → caupí, soya → crotalaria, soya → mungo y soya) presentaron un comportamiento intermedio, con medias de RP entre 1.01 y 1.13 MPa para 6-10 cm, 1.38 y 1.47 MPa para 11-15 cm y 1.50 y 1.68 MPa para 16-20 cm. En el intervalo más profundo, de 21-25 cm, se observaron menores diferencias entre tratamientos y no se detectó un efecto estadísticamente significativo.

De forma general, los tratamientos 6 (*Crotalaria ochroleuca*), 7 (*Crotalaria juncea*) y 8 (*Vigna radiata*, frijol mungo) presentaron valores relativamente bajos de resistencia a la penetración en los primeros 15 cm del suelo durante la evaluación de 2025. Por el contrario, los tratamientos 5 (pasto Ruzi) y 10 (sorgo + pasto Ruzi) se encontraron entre los tratamientos con mayores valores de RP en varios de los intervalos evaluados. Los tratamientos a base de soya (1 al 4) presentaron, en general, un comportamiento intermedio.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El crecimiento de las raíces puede interpretarse como el resultado de un proceso complejo en el que actúan un conjunto de presiones ejercidas en diferentes sentidos para vencer la resistencia impuesta por el medio de crecimiento (Ferraro y Otaiza, 2014). La densidad aparente y la resistencia a la penetración son indicadores importantes de la condición física del suelo; valores bajos de densidad y resistencia generalmente se asocian con suelos más porosos y estructurados, que pueden favorecer el crecimiento radicular. En contraste, valores elevados pueden indicar condiciones restrictivas para la infiltración de agua, la aireación y el desarrollo de las raíces, afectando potencialmente la productividad (Carvajal et al., 2025). Los resultados de esta investigación muestran que la implementación de rotaciones de cultivos durante el segundo semestre en sistemas de arroz de secano del piedemonte llanero puede generar respuestas diferenciales en la resistencia a la penetración del suelo, particularmente después de ciclos sucesivos de rotación.

Los resultados obtenidos para la RP durante el primer año de sucesión coinciden con los reportados por Barrios y Durón (2021), quienes evaluaron el efecto de *Crotalaria juncea* en rotación con maíz variedad Tuxpeño bajo diferentes sistemas de labranza, encontrando que durante un primer ciclo no se presentaron efectos significativos de los tratamientos sobre la densidad aparente y la resistencia a la penetración del suelo. Por su parte, Vargas et al. (2022) evaluaron las características físicas y químicas del suelo después de utilizar tres esquemas de rotación de cultivos (1. papa-papa-avena, 2. papa-avena-arveja y 3. papa-arveja-papa), evidenciando que bajo estos manejos no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) en las propiedades físicas estudiadas. Sin embargo, el sistema de rotación papa-avena-arveja presentó un mayor pH ($p < 0.05$) en comparación con los otros tratamientos evaluados. En dicho estudio también se destacó el aumento en la disponibilidad de nutrientes como fósforo, boro y zinc, que podrían ser aprovechados por el siguiente ciclo comercial. Estos antecedentes sugieren que los efectos de las sucesiones con diferentes especies pueden no manifestarse inmediatamente sobre algunas propiedades físicas del suelo y que su respuesta puede depender del número de ciclos de cultivo y de los procesos de incorporación y descomposición del material vegetal.

Un estudio reciente realizado en el municipio de Puerto López, Meta, por Silva et al. (2025), tuvo como objetivo evaluar el impacto de la incorporación de diferentes especies de abonos verdes, entre ellas *crotalaria*, frijol caupí, canavalia, mucuna, kudzu y pasto, bajo diferentes densidades de siembra, sobre algunas propiedades fisicoquímicas de un Oxisol de sabana y sobre la productividad del cultivo de caña. Los autores encontraron que *Crotalaria juncea*, establecida con una densidad de siembra de 30 kg ha⁻¹, redujo significativamente la resistencia mecánica a la penetración en los primeros 10 cm de profundidad. Asimismo, el uso de abonos verdes presentó menores valores de resistencia a la penetración en el perfil de 0-20 cm en comparación con el tratamiento testigo. En *crotalaria* también se observó una disminución de la densidad aparente en el perfil de 0-20 cm y un incremento de la producción de caña de azúcar. Estos resultados son consistentes con el comportamiento observado en el presente estudio durante la evaluación de 2025, particularmente para las especies leguminosas que presentaron menores valores de RP en los primeros centímetros del perfil.

Otros estudios, como el realizado por Carvajal et al. (2025), evaluaron el efecto de tres coberturas vivas —kudzu, *Crotalaria juncea* y frijol mungo— en una plantación clonal de *Tectona grandis* sobre la supresión de arvenses, el desarrollo de los árboles y diferentes propiedades fisicoquímicas del suelo. Los autores encontraron que la integración de kudzu + *Crotalaria juncea* presentó menores valores de densidad aparente y resistencia a la penetración en comparación con el testigo sin coberturas vivas. Por su parte, Romeo (2023) evaluó el efecto de la inclusión de cultivos de servicio —vicia, centeno, triticale y rábano— en una rotación trigo-cultivos de servicio-maíz, considerando variables como producción de materia seca, humedad del suelo, tasa de infiltración, resistencia a la penetración, contenido de nitratos y rendimiento de maíz bajo condiciones de riego y secano. Este autor encontró menores valores de resistencia a la penetración (0.4-0.8 MPa) en el perfil de 0-20 cm con el uso de cultivos de servicio, en comparación con el tratamiento en barbecho (0.6-1.3 MPa).

De manera similar, Ferrarotto y Otaiza (2014), al comparar la morfología del sistema radical de crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) y girasol (*Helianthus annuus* L.) en presencia de capas compactadas, encontraron que la crotalaria presentó un mayor número de raíces y una mayor capacidad de exploración del suelo bajo condiciones de resistencia mecánica. Este comportamiento podría contribuir a explicar las diferencias observadas entre las especies evaluadas en el presente estudio. Como se observa en la Figura 6, las cajuelas de revisión evidenciaron una mayor exploración radicular en especies como *Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca* y pasto Ruzi, mientras que especies como soya y sorgo forrajero presentaron una exploración de menor profundidad. No obstante, estas observaciones fueron de carácter descriptivo y no correspondieron a una cuantificación del desarrollo radicular.

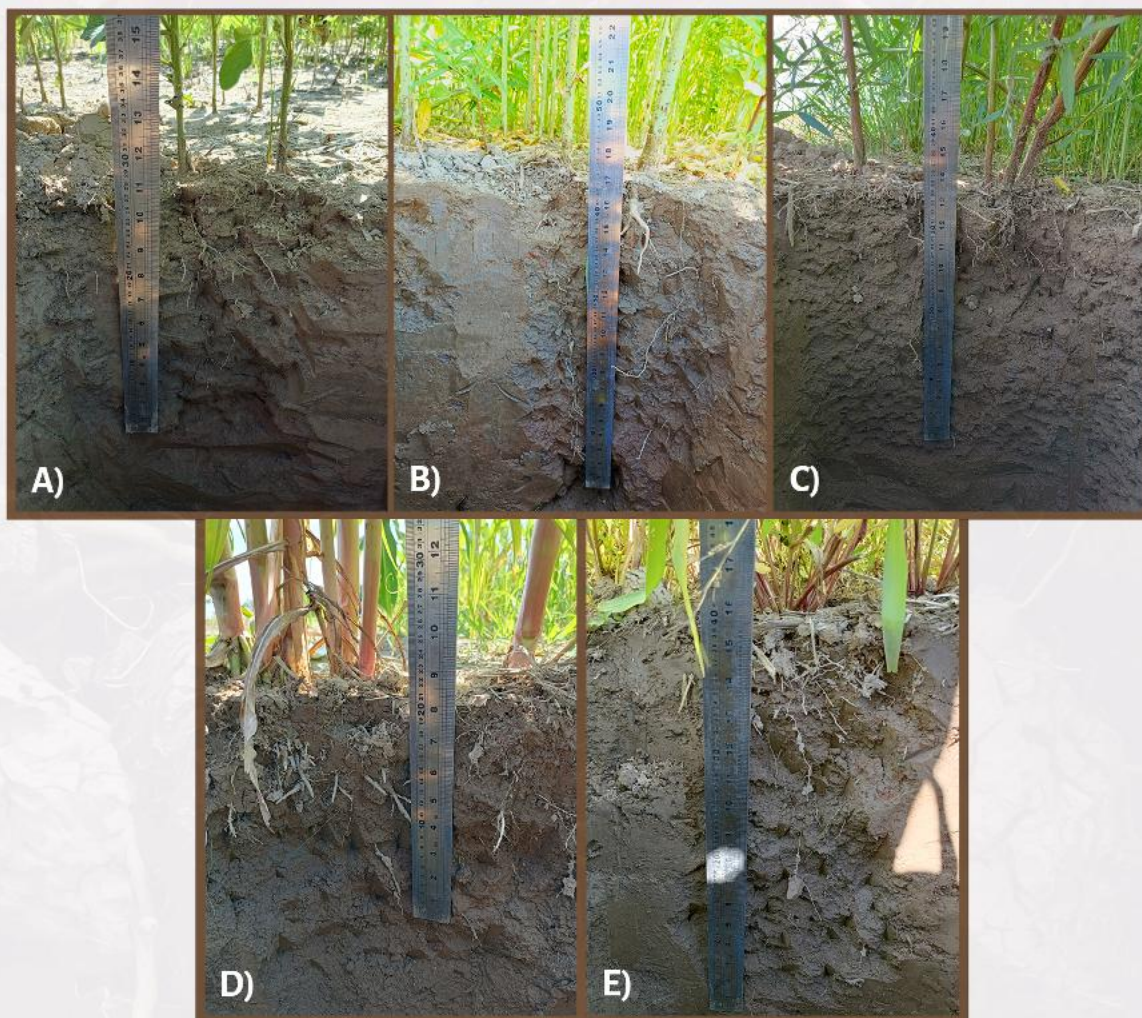


Figura 6. Cajuelas de revisión del desarrollo radicular para las especies utilizadas en rotación durante el segundo semestre.
A) Soya; B) *Crotalaria juncea*; C) *Crotalaria ochroleuca*; D) sorgo forrajero; E) pasto Ruzi

Los resultados de diferentes investigaciones resaltan el potencial de los cultivos de servicio para modificar favorablemente algunas propiedades físicas del suelo, particularmente la resistencia a la penetración y la densidad aparente, bajo diferentes sistemas productivos como maíz, trigo, caña de azúcar y papa. En la presente investigación no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos después del primer ciclo de rotación, evaluado en 2024. Sin embargo, después del segundo ciclo, evaluado en 2025, se observaron diferencias significativas en la resistencia a la penetración en los primeros 15 cm del suelo. Los tratamientos 6 (*Crotalaria ochroleuca*), 7 (*Crotalaria juncea*) y 8 (*Vigna radiata*, frijol mungo) se encontraron entre los que presentaron menores valores de RP en estos intervalos, mientras que los tratamientos con pasto Ruzi y sorgo + pasto Ruzi presentaron valores relativamente mayores en varios de los estratos evaluados.

Este comportamiento sugiere que la respuesta de la resistencia a la penetración puede depender tanto de la especie incluida en la sucesión como del tiempo durante el cual se mantiene el sistema de rotación. Las diferencias en la arquitectura y distribución de las raíces, así como en la cantidad y calidad de los residuos vegetales aportados al suelo, podrían contribuir a explicar las respuestas observadas entre tratamientos. No obstante, debido a que en esta investigación no se realizó una cuantificación del sistema radicular, estos mecanismos deben considerarse como posibles explicaciones y no como efectos directamente comprobados.

Debe considerarse, además, que la resistencia a la penetración está influenciada por el contenido de humedad del suelo al momento de la medición. Aunque el Penetrologger utilizado contaba con una sonda de humedad, estos registros no fueron incluidos debido a que no fue posible verificar adecuadamente la calibración del sensor. Por esta razón, las diferencias observadas deben interpretarse principalmente como respuestas de la resistencia a la penetración bajo las condiciones de cada momento de evaluación, y futuras investigaciones deberían incorporar mediciones confiables de humedad que permitan controlar su efecto sobre esta variable.

A pesar de estas consideraciones, los resultados obtenidos evidencian una respuesta diferencial de la RP entre los sistemas de rotación después de dos ciclos de evaluación. Los reportes sobre el uso de estas especies en rotación con el cultivo de arroz y su efecto sobre las propiedades físicas del suelo bajo las condiciones de la zona arroceras de los Llanos Orientales y, en general, de Colombia, continúan siendo limitados. Esto resalta la importancia de continuar desarrollando investigaciones de mediano y largo plazo relacionadas con agricultura de conservación en sistemas productivos relevantes como el arroz.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de los sistemas de rotación en sucesión con arroz secano mostró que, después del primer ciclo de rotación evaluado en 2024, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la penetración (RP) entre los tratamientos. Sin embargo, después del segundo ciclo, evaluado en 2025, se observaron diferencias significativas entre tratamientos en los primeros 15 cm del suelo, lo que indica que la respuesta de esta propiedad física puede hacerse más evidente después de ciclos sucesivos de rotación.

Los tratamientos con *Crotalaria ochroleuca*, *Crotalaria juncea* y *Vigna radiata* (frijol mungo) se encontraron entre los que presentaron menores valores de RP en los intervalos superficiales del suelo durante la evaluación de 2025. Por el contrario, los tratamientos con pasto Ruzi y sorgo + pasto Ruzi presentaron valores relativamente mayores de RP en varios de los intervalos evaluados. Estos resultados evidencian que la especie utilizada dentro de la rotación puede influir en la respuesta de la resistencia mecánica del suelo.

La inclusión de especies leguminosas como cultivos de servicio en sistemas de rotación con arroz secano representa una alternativa con potencial para favorecer las condiciones físicas del suelo. No obstante, se recomienda continuar la evaluación durante ciclos sucesivos e incorporar otras variables relacionadas con la condición física del suelo, como densidad aparente, porosidad, humedad y características del sistema radicular, con el fin de comprender con mayor precisión los mecanismos asociados a los cambios observados en la resistencia a la penetración.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, R., Steinbach, H. S. y De Paepe, J. L. (2017). Cover crop effects on soils and subsequent crops in the pampas: a meta-analysis. *Soil and Tillage Research*, 170, 53 - 65. <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.03.005>
- Barrios, E. A. y Durón, L. M. (2021). Efecto de *Crotalaria juncea* L. como cultivo de cobertura y dos sistemas de labranza sobre el control de malezas, mejoramiento del suelo y desarrollo del cultivo de maíz (*Zea mays*). *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Tesis de Pregrado*. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/7036>
- Basche, A. D., Kaspar, T. C., Archontoulis, S. V., Jaynes, D. B., Sauer, T. J., Parkin, T. B. y Miguez, F. E. (2016). Soil water improvements with the long-term use of a winter rye cover crop. *Agricultural Water Management*, 172, 40 - 50. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.04.006>
- Blanco, H. y Jasa, P. J. (2019). Do grass and legume cover crops improve soil properties in the long term. *Soil Science Society of America Journal*, 83, 1181 - 1187. <https://doi.org/10.2136/sssaj2019.02.0055>
- Blanco, H., Shaver, T. M., Lindquist, J. L., Shapiro, C. A., Elmore, R. W., Francis, C. A. y Hergert, G. W. (2015). Cover crops and ecosystem services: insights from studies in temperate soils. *Agronomy Journal*, 107, 2449 - 2474. <https://doi.org/10.2134/agronj15.0086>
- Bodner, G., Leitner, D. y Kaul, H. P. (2014). Coarse and fine root plants affect pore size distributions differently. *Plant Soil*, 380, 133 - 151. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2079-8>
- Carvajal, D., Cortes, M. L., Ramírez, F., Murillo, R. y Mora, D. (2025). Efecto de tres coberturas vivas (*Pueraria phaseoloides*, *Vignaradiata* y *Crotalaria juncea*) en la interfase planta-suelo de una plantación clonal de *Tectona grandis* L.f. *SciELO Preprints*. <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12185>
- Castilla, L. A., Tirado, Y. C., Vargas, G. A. y Ortiz, H. M. (2023). Caracterización y mapeo de suelos de las zonas arroceras de Colombia. *Federación Nacional de Arroceros, Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz, FNA*.
- Celette, F., Gaudin, R. y Gary, C. (2008). Spatial and temporal changes to the water regime of a Mediterranean vineyard due to the adoption of cover cropping. *European Journal of Agronomy*, 29, 153 - 162. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.04.007>
- Cherubin, M. R., Silva, B., Nogueira, L. F., Shiebelbein, B. E., Marques, G., Viana, A. Y., Bonini, F., Santos, V., Souza, B., Braghieri, R., Lustosa, M., Aquino, D., Santos, A. M. y Moreira, M. E. (2024). Guia Prático de Plantas de Cobertura. Espécies, manejo e impacto na saúde do solo. *Univeridade de Sao Paulo - Centro de Estudos de Carbono em Agricultura Tropical*. <https://doi.org/10.11606/9786587391618>

- Cortés, C. A., Camacho, J. H. y Leiva, F. R. (2013). Análisis multivariado del comportamiento espacial y temporal de la resistencia del suelo a la penetración. *Acta Agronómica*, 62(3), 268 - 278. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-28122013000300010&script=sci_arttext
- Fernández, R., Ezequiel, N., Bissolino, M., Frasiel, I., Scherger, E. D. y Quiroga, A. R. (2020). Efecto de las pasturas perennes en la fertilidad física y biológica en molisoles de la región semiárida pampeana. *Ciencia del suelo*, 38(1), 133 - 148. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672020000100012&script=sci_arttext
- Ferrarotto, M. S. y Otaiza, Y. (2014). Evaluación de la morfología cuantitativa y capacidad de penetración de raíces de crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) Y girasol (*Helianthus annuus* L.). *Pittieria*, 42(38), 105 - 119. <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/38710/articulo6.pdf?sequence=1>
- Friedrich, T. (2017). Manejo sostenible de suelo con Agricultura de Conservación. Significado para el cultivo de arroz. *Ingeniería Agrícola*, 7(1), 3 - 7. <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgri/article/view/506>
- Gabriel, J. L., García, I., Quemada, M., Martín, D., Alonso, M. y Hontoria, C. (2021). Cover crops reduce soil resistance to penetration by preserving soil surface water content. *Geoderma*, 386. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114911>
- Gutiérrez, J. (2014). Efecto de tres sistemas de labranza y rotación de cultivos en las propiedades físicas de un suelo franco - arcilloso. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Tesis de maestría. <http://repositorio.uaaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7548/Guti%20c3%a9rez%20Mariscal%20c%20Jes%20c3%bas.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Guzmán, M. P., Castilla, L. A., Morales, H. y Luque, J. (2018). Adecuación y Preparación de Suelos. Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz. <https://fedearroz-website.s3.amazonaws.com/media/documents/Fedearroz - FNA - Cartilla suelos.pdf>
- Houben, S., Brinks, H., Salomons, J., Cara, M., Damsgaard, M., Michel, V., Molendijk, L. y Schalathoelter, M. (2020). Rotación de cultivos: información práctica. *Best4Soil*. https://orprints.org/id/eprint/43540/7/ES_ROTACIO%CC%81N%20DE%20CULTIVOS_%20INFORMACIO%CC%81N%20PRA%CC%81CTICA.pdf
- InfoStat (2020). InfoStat versión 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <https://www.infostat.com.ar/>
- Leung, A. K., Garg, A., Co, J. L., Ng, C. W. W. y Hau, B. C. H. (2015). Effects of the roots of *Cynodon dactylon* and *Schefflera heptaphylla* on water infiltration rate and soil hydraulic conductivity. *Hydrological Processes*, 29, 3342 - 3354. <https://doi.org/10.1002/hyp.10452>
- Muñoz, A., López, A. y Ramírez, M. (2007). Soil quality attributes of conservation management regimes in a semi-arid region of southwestern Spain. *Soil Till*, 95, 255 - 265. <https://doi.org/10.1016/j.still.2007.01.009>
- Poeplau, C. y Don, A. (2015). Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops - a meta-analysis. *Agricultural Ecosystem Environment*, 200, 33 - 41. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.10.024>
- Quemada, M. y Cabrera, M. L. (2002). Characteristic moisture curves and maximum water content of two crop residues. *Plant Soil*, 238, 295 - 299. <https://doi.org/10.1023/A:1014404003851>
- Romeo, F. (2023). Impacto de cultivos de servicio sobre el rendimiento de maíz bajo riego y en secano. Universidad Nacional del Sur. Tesis de Pregrado. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/6400>
- Royal Eijkelpamp. (2024). Equipos de Medición de Campo. <https://www.royaleijkelpamp.com/products/field-measuring-equipment/resistance-to-penetration/>
- Royal Eijkelpamp. (2024). Software Penetroviewer Software V6.08. <https://www.royaleijkelpamp.com/service-rentals/software/>
- Silva, A., Medina, C. A. y Álvarez, A. (2025). Efecto de la incorporación de abonos verdes en la transformación de un Oxisol de sabana de la Altillanura colombiana. *Luna Azul*, 60, 51 - 65. <https://doi.org/10.17151/luaz.2025.60.4>
- Silva, P., Vergara, W. y Acevedo, E. (2015). Rotación de cultivos. Chillan: INIA Quilamapu. Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 308. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7859>
- Torres, J., Gutiérrez, J. y Beltrán, H. (2017). Compactación, Una de las causas más comunes de la degradación del suelo. *Ciencias Agropecuarias*, 3(3), 18 - 22. https://revistas.ucundinamarca.edu.co/index.php/Ciencias_agropecuarias/issue/view/28
- Vargas, R. E., Wilches, W. A. y Espitia, E. M. (2022). Efecto del establecimiento de sistemas de rotación para el cultivo de la papa sobre las características químicas y físicas del suelo. *Siembra*, 9(2), e4023. <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i2.4023>
- Ward, P. R., Flower, K. C., Cordingley, N., Weeks, C. y Micin, S. F. (2012). Soil water balance with cover crops and conservation agriculture in a Mediterranean climate. *Field Crops Research*, 132, 33 - 39. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.10.017>
- Zhuang, Y., Ruan, S., Zhang, L., Chen, J., Li, S., Wen, W. y Liu, H. (2022). Effects and potential of optimized fertilization practices for rice production in China. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(32), <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00759-7>



CASE IH:
potencia que
impulsa tu campo

Eleva la productividad y la calidad de tu cosecha con maquinaria diseñada para un rendimiento superior, con el respaldo y la confianza de **IMECOL**.



FARMALL
100

Escanéame



www.imecol.com

@imecolsa



CASE IH

Dentro de cada SEMILLA de ARROZ CERTIFICADA

hay mucho más

de lo que usted ve

Investigación

4 centros de investigación dedicados al mejoramiento genético, en zonas arroceras de Colombia donde se desarrollan ensayos de campo y laboratorio.



Grupo Técnico

Conformado por especialistas en fitomejoramiento, entomología, fisiología, genética, biotecnología, suelos, economía, fitopatología, malherbología, entre otros.



Banco de Germoplasma

Donde reposa la diversidad biológica del arroz en Colombia, con cerca de 8000 semillas diferentes.



Colaboración Científica



Convenios institucionales nacionales e internacionales para estudios en:

- Inducción de mutaciones (radiaciones gamma)
- Marcadores moleculares
- Cultivo de anteras
- Modelación de eventos

Laboratorios



- Patología
- Calidad molinera y culinaria
- Biotecnología

Campos de multiplicación de Semilla Genética



Plantas de Semillas

Ofrecen tecnología de punta para garantizar la calidad física, fisiológica, sanitaria y genética de las Semillas Certificadas, protegiéndolas con tratamientos eficaces.



Respaldo, Calidad y Tecnología al alcance de todos los arroceros

Semilla de Arroz CERTIFICADA



FEDEARROZ
FEDERACIÓN NACIONAL DE ARROCEROS

FONDO NACIONAL DEL ARROZ

DARÍO FERNANDO PINEDA SUÁREZ I.A.M.SC

EL AGUA ESTRUCTURADA

NUEVOS HORIZONTES EN LA CIENCIA DEL AGUA, CLAVE PARA LOS DESAFÍOS DE BAJA DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN LA AGRICULTURA

Introducción

Uno de los problemas que afecta la disponibilidad hídrica, es el conflicto en el uso del agua, la cual se agudiza todos los días con la presión por su uso entre distintos sectores. De acuerdo con la FAO, se requiere un incremento de la producción de alimentos del 50% para satisfacer las necesidades de la población de cara al 2050. Dörmert (2010) menciona que la superficie agrícola no irrigada es de 1.260 millones de hectáreas la cual suministra el 60% de alimentos, mientras que el área irrigada es aproximadamente 277 millones de hectáreas (20%) aportando el 40%. En promedio la agricultura irrigada aporta 2,4 veces más que la agricultura de secano (no irrigada).

A pesar de que se ha desarrollado distintas estrategias para hacerle frente a la sostenibilidad del cultivo bajo escenarios de menor disponibilidad hídrica, que van desde la aplicación de técnicas de agricultura de precisión, sistemas de riego eficientes, así como manejo alternativo de agua de riego, manejo sostenible del suelo, rotación de cultivos y obtención de variedades con mayor eficiencia en el uso del agua, algunas con mayor impacto que otras, es necesario seguir desarrollando nuevas tecnologías que logren este propósito.

Existen estudios que atribuyen algunos beneficios del agua magnética sobre diversos cultivos, entre los que se mencionan mayor hidratación de sus tejidos, incremento de la tasa fotosintética, entre otros. Dobránszki (2023) afirma que la gran diferencia entre el agua magnética y el agua estructurada es que la primera existe un campo magnético que influye en el fortalecimiento de los puentes de hidrógeno por acción del isómero "orto" y en consecuencia se genera una reorganización de la estructura molecular del agua, alternando las propiedades fisicoquímicas del agua (Chang & Weng, 2006; Pang & Deng, 2008; Cai et al., 2009 apud Dobránszki.,2023) como la disminución de la tensión superficial, aumento de la viscosidad, difusividad molecular, conductividad eléctrica.

Agua convencional y agua estructurada

El agua es uno de los recursos más importantes para la producción agrícola, especialmente en cultivos como el arroz, donde su disponibilidad y manejo influyen directamente en el desarrollo y en la productividad. Tradicionalmente, el agricultor utiliza agua convencional para el riego, es decir, agua que mantiene sus características físicas y químicas habituales.

En los últimos años, el concepto de agua estructurada ha cobrado gran interés, el cual está relacionado a cambios en la organización de sus moléculas y en algunas de sus propiedades físicas. Esta nueva tecnología busca mejorar la interacción del agua con el suelo y la planta, favoreciendo potencialmente su aprovechamiento durante el riego.

El agua estructurada es agua a la que se le atribuyen cambios en la organización de sus moléculas y en algunas de sus propiedades físicas, como consecuencia de determinados tratamientos físicos o tecnologías aplicadas al agua. A diferencia del agua convencional, cuya estructura molecular cambia continuamente debido a la formación y ruptura de enlaces entre sus moléculas, el término “agua estructurada” se utiliza para describir estados o condiciones en los que se propone una organización molecular diferente o más ordenada.

Según Pollack (2013), el agua estructurada es agua cuyas moléculas pueden adoptar una organización más ordenada cuando interactúan con determinadas superficies. Esta reorganización molecular favorece una mayor interacción y adhesión del agua con las superficies, lo que podría contribuir a mejorar su disponibilidad y movilidad en los sistemas biológicos. En el sector agrícola, estas características podrían favorecer la interacción del agua con el suelo y las raíces, mejorar su retención y distribución en el perfil del suelo, facilitar el contacto del agua con los nutrientes y favorecer su absorción y transporte por la planta. En conjunto, se plantea que estos efectos podrían contribuir a un uso más eficiente del agua y de los nutrientes y, potencialmente, al crecimiento y rendimiento de los cultivos.

Tecnología para la obtención de agua estructurada

El agua estructurada utilizada en este estudio fue obtenida mediante un dispositivo comercial OMNIENVIRO HDMR (Hydrodynamic Molecular Resonance), instalado en la línea de transporte de agua exclusiva a las unidades experimentales que correspondieron al tratamiento de agua estructurada (ESTR). El equipo consiste en una cámara metálica que incorpora un arreglo de imanes permanentes y elementos internos diseñados para generar interacciones hidrodinámicas durante el paso del agua mediante principios electromagnéticos e hidrodinámicos que modifican ciertas propiedades físicas del agua asociadas a la organización molecular y a la formación de agregados moleculares (Fig. 1)



Fig 1. Ilustración del efecto del dispositivo estructurador sobre las moléculas de agua.

El objetivo central de esta investigación radica en la evaluación del impacto del agua estructurada en el desarrollo del cultivo de arroz, considerando diversas condiciones de disponibilidad hídrica. Esta aproximación busca explorar una metodología innovadora para optimizar el uso del agua en la agricultura, enfocándose en un cultivo de relevancia global y alto consumo de agua. Al analizar el desarrollo del arroz en múltiples escenarios de disponibilidad hídrica, se pretende determinar la viabilidad y eficacia del agua estructurada como una alternativa sostenible para mejorar la productividad agrícola frente a las variaciones climáticas y la creciente escasez de recursos hídricos.

Objetivos específicos

- Analizar el impacto del uso de agua estructurada en el desarrollo del cultivo de arroz en 3 frecuencias de riego diferentes.
- Determinar el efecto del agua estructurada en la retención de humedad del suelo.
- Cuantificar el efecto del agua estructurada sobre los componentes de rendimientos del cultivo de arroz.
- Determinar la productividad del agua y la eficiencia en el uso del agua bajo el uso de tecnología de agua estructurada.

MATERIALES Y MÉTODOS

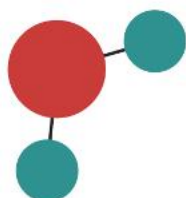
Localización y condiciones experimentales

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Gestión del Recurso Hídrico (CGRH) de Fedearroz, ubicado en el kilómetro 1 de la vía Espinal - Ibagué, municipio de El Espinal, departamento del Tolima, Colombia (4.154016° N, 74.904823° W; 322 m s.n.m.). El área experimental fue conformada por 24 parcelas tipo estanque de 2 m de largo por 1 m de ancho (2 m²), cada una considerada como una unidad experimental independiente. Cada unidad experimental tenía suelo a una profundidad de 0.6 m con un drenaje controlado en el fondo de cada estanque, para garantizar el movimiento libre del agua. Todas las parcelas mantuvieron la misma densidad de siembra y estuvieron dispuestas dentro de un sistema controlado que permitió el manejo preciso de los tratamientos de riego y la aplicación uniforme de las condiciones experimentales. Las parcelas fueron protegidas por lluvia a través de un techo transparente, posibilitando el paso de la radiación solar, este techo previno la incidencia de la precipitación sobre la humedad del suelo, de tal forma que el contenido de agua en el suelo (CAS) fuera alterado por efecto de las frecuencias de riego correspondientes a tres escenarios de disponibilidad hídrica.



Fig. 2 Imágenes de la investigación y ubicación del dispositivo estructurador en antes de ingresar a las parcelas del tratamiento de agua estructurada, CGRH, Fedearroz, Espinal, Tolima, Colombia.

El dispositivo fue instalado en la línea de conducción del agua destinada al tratamiento con agua estructurada, garantizando que la totalidad del volumen suministrado a las parcelas correspondientes atravesara previamente el sistema de acondicionamiento. El tratamiento control recibió agua proveniente de la misma fuente, pero sin pasar por el dispositivo estructurador.



Metodología experimental, tratamientos y diseño experimental

El estudio se desarrolló bajo un arreglo factorial de dos factores: tipo de agua y frecuencia de riego.

Factor de variación A. Tipo de agua (FA)

Se evaluaron dos tipos de agua:

- **Agua estructurada (A.E.):** obtenida mediante el paso del agua a través del dispositivo estructurador molecular OMNIENVIRO HDMR (Hydrodynamic Molecular Resonance), instalado en la línea principal de conducción.
- **Agua convencional (A.C.):** agua proveniente directamente del reservorio de abastecimiento sin ningún tratamiento previo.

Factor de variación B. Frecuencia de riego (FB)

Se evaluaron tres frecuencias de riego:

- **FR3:** aplicación de riego cada 3 días, representando condiciones de suficiencia hídrica.
- **FR6:** aplicación de riego cada 6 días, simulando una condición de restricción hídrica moderada.
- **FR9:** aplicación de riego cada 9 días, simulando una condición de restricción hídrica severa.

Combinación de tratamientos

La interacción entre ambos factores generó seis tratamientos:

Tratamiento	Tipo de agua	Frecuencia de riego
T1	Agua estructurada	FR3
T2	Agua estructurada	FR6
T3	Agua estructurada	FR9
T4	Agua convencional	FR3
T5	Agua convencional	FR6
T6	Agua convencional	FR9

Tabla 1. Tratamientos desarrollados durante el desarrollo de la investigación.

La frecuencia base de aplicación fue cada tres días. Los tratamientos FR6 y FR9 se obtuvieron aumentando progresivamente el intervalo entre eventos de riego con el propósito de generar distintos niveles de disponibilidad hídrica en el suelo.

FR3: Frecuencia de riego cada 3 días;
FR6: Frecuencia de riego cada 6 días;
FR9: Frecuencia de riego cada 9 días;

Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), considerando que las unidades experimentales fueron homogéneas y se encontraban bajo condiciones controladas de casa de malla, sin gradientes aparentes de pendiente, fertilidad o humedad que justificaran el uso de bloques.

El experimento se estableció bajo un arreglo factorial 2×3 , correspondiente a dos tipos de agua y tres frecuencias de riego. Cada tratamiento contó con cuatro repeticiones, para un total de 24 unidades experimentales.

La distribución experimental correspondió a:

2 tipos de agua $\times$ 3 frecuencias de riego $\times$ 4 repeticiones = 24 unidades experimentales. ($2A \times 3FR \times 4Rep$)

La asignación de los tratamientos de las frecuencias de riego de las unidades experimentales se realizó de forma aleatoria.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Curva de retención de humedad del suelo

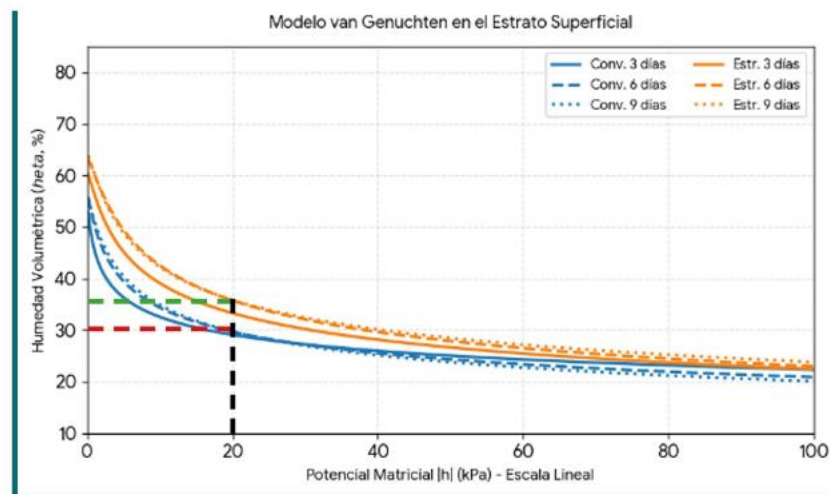


Fig. 3 Curva de retención de humedad en el suelo con arroz de 60 dde en profundidades (0-5 cm) con modelo de ajuste Van Genuchten a escala 0 a 100 kPa.

La curva de retención de humedad del suelo permitió evaluar la capacidad del suelo para almacenar y suministrar agua a las plantas bajo los diferentes tratamientos. Los resultados mostraron una tendencia consistente hacia una mayor retención de humedad cuando se utilizó agua estructurada, tal como se aprecia en la figura 3, donde tratamiento del agua estructurada logró retener mayor contenido de agua siendo 37% de humedad volumétrica, mientras que el tratamiento de agua convencional logró retener apenas 30% de humedad volumétrica, ambos resultados fueron obtenidos cuando se sometió a una tensión matricial de 20 kPa, este comportamiento fue más evidente cuando se realizaron frecuencias de riego de 6 y 9 días, lo que quiere decir que el suelo irrigado con agua estructurada conservó una mayor cantidad de agua disponible durante el proceso de secamiento, reduciendo la velocidad con que disminuyó la humedad del perfil.

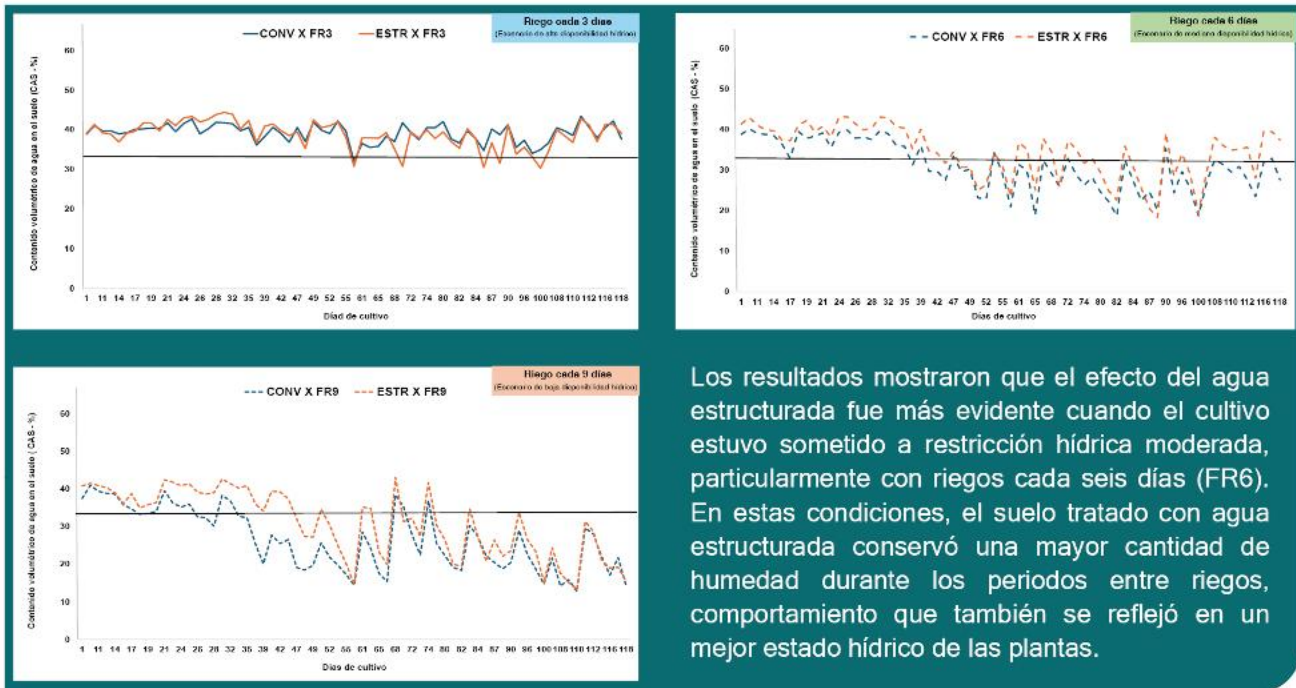
Desde el punto de vista agronómico, este resultado es relevante porque una mayor retención de humedad prolonga el tiempo durante el cual el cultivo dispone de agua para satisfacer sus requerimientos fisiológicos. En consecuencia, la planta puede mantener con mayor estabilidad procesos como la absorción de nutrientes, la fotosíntesis y el crecimiento vegetativo, reduciendo el impacto negativo asociado a los periodos de déficit hídrico. Este comportamiento constituye uno de los principales hallazgos del estudio, ya que explica en gran medida la respuesta observada posteriormente en variables fisiológicas y productivas como el potencial hídrico, el vaneamiento y el rendimiento del cultivo.

Contenido de agua en el suelo

El seguimiento del contenido de agua en el suelo evidenció una disminución progresiva de la humedad conforme aumentó el intervalo entre riegos; sin embargo, dicha reducción fue menos pronunciada en los tratamientos irrigados con agua estructurada (figura 4). Durante gran parte del ciclo del cultivo, estos tratamientos conservaron mayores contenidos de humedad volumétrica, especialmente bajo las frecuencias FR6 y FR9, donde las diferencias respecto al agua convencional fueron más evidentes.

Este comportamiento coincide con la respuesta observada en la curva de retención de humedad y sugiere que el efecto del agua estructurada se manifiesta principalmente durante los periodos de restricción hídrica, cuando el recurso agua se convierte en el principal factor limitante del crecimiento. En condiciones de riego frecuente (FR3), las diferencias entre tratamientos fueron menores, lo cual indica que la ventaja del agua estructurada se hace más evidente cuando existe un déficit moderado de agua en el suelo.

Fig. 4 Contenido de agua en el suelo (0-12 cm) durante el ciclo del cultivo en las frecuencias de riego 3, 6 y 9 días bajo los tratamientos de agua convencional (CONV) y agua estructurada (ESTR)



Los resultados mostraron que el efecto del agua estructurada fue más evidente cuando el cultivo estuvo sometido a restricción hídrica moderada, particularmente con riegos cada seis días (FR6). En estas condiciones, el suelo tratado con agua estructurada conservó una mayor cantidad de humedad durante los periodos entre riegos, comportamiento que también se reflejó en un mejor estado hídrico de las plantas.

Potencial hídrico

El potencial hídrico de la planta mostró una respuesta diferenciada frente al incremento del intervalo entre riegos. A medida que el tiempo entre riegos aumentó, el potencial hídrico tendió a hacerse más negativo, lo que indica una mayor condición de estrés hídrico en las plantas (figura 5).

Con riego cada 3 días, los valores fueron similares entre el agua estructurada (-4,65 MPa) y el agua convencional (-4,92 MPa), lo que indica que, bajo una adecuada disponibilidad de agua, el efecto del tratamiento fue reducido.

La diferencia se hizo más evidente con riego cada 6 días. El agua estructurada mantuvo un potencial hídrico de -4,82 MPa, mientras que el agua convencional alcanzó -7,57 MPa. Esto indica que las plantas tratadas con agua estructurada conservaron un mejor estado hídrico durante el periodo de restricción.

Con riego cada nueve días, ambos tratamientos presentaron valores más negativos, pero la respuesta fue menos severa con agua estructurada: -7,04 MPa frente a -10,86 MPa con agua convencional. Por tanto, el mayor estrés hídrico se presentó en el tratamiento convencional con 9 días entre riegos.

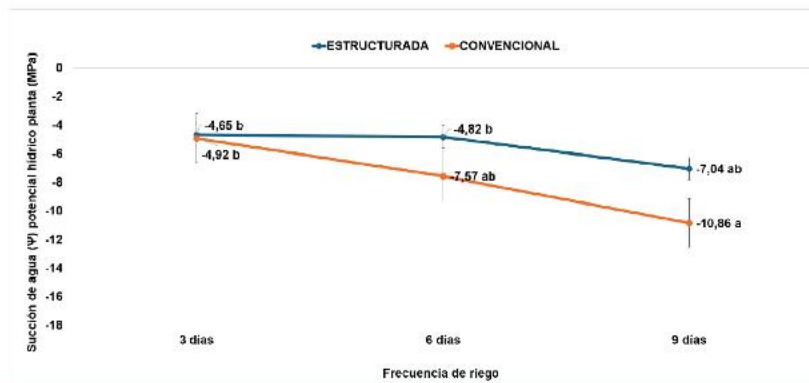


Fig. 5 Potencial hídrico de la planta bajo las frecuencias de riego (3, 6 y 9 días) a 50% de floración de la fase reproductiva del cultivo del arroz. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, test de Tukey ($p < 0,05$).

Altura y macollamiento

En las variables de crecimiento, como altura de planta y macollamiento, no se encontraron diferencias significativas entre el agua convencional y el agua estructurada. Esto indica que el principal efecto de la tecnología no estuvo relacionado con producir plantas más altas o con mayor número de macollas, sino con mantener mejores condiciones hídricas durante la fase reproductiva, estos resultados difieren con los encontrados por Zhang et al. (2022), quienes observaron incrementos en la altura de plantas de arroz sometidas a riego con agua estructurada frente al control. No obstante, las diferencias en las condiciones experimentales hidroponía en Zhang et al. y cultivo en suelo en el presente estudio deben considerarse al comparar ambos resultados.

Panículas por metro cuadrado

Se obtuvo una disminución en el número de panículas a medida que se redujo la frecuencia de riego; sin embargo, al evaluar la interacción entre la tecnología del agua y la frecuencia de riego no se presentaron diferencias estadísticas significativas (Fig. 6). Este comportamiento indica que la frecuencia de disponibilidad de agua tuvo una mayor relación con la respuesta observada que la combinación entre tecnología y frecuencia de riego. Esto puede estar relacionada, ya que esta variable no está estrechamente relacionada con estrés hídrico como lo indica Stone et al. (2006), ya que el número de panículas es un componente elaborado por la planta en la fase vegetativa, fase que no presenta alta sensibilidad al estrés por déficit hídrico.

En contraste, Zhang et al. (2022) reportaron una respuesta favorable del crecimiento del arroz al utilizar agua activada, evidenciada principalmente en variables de crecimiento. La diferencia entre ambos resultados podría estar asociada con las condiciones experimentales, ya que Zhang et al. (2022) trabajaron bajo condiciones hidropónicas, mientras que el presente estudio se realizó en suelo y evaluó diferentes frecuencias de riego. En este sentido, aunque el agua estructurada mostró tendencias de respuesta en el desarrollo del cultivo, los resultados obtenidos no permiten establecer un efecto significativo de su interacción con la frecuencia de riego sobre la formación de panículas.

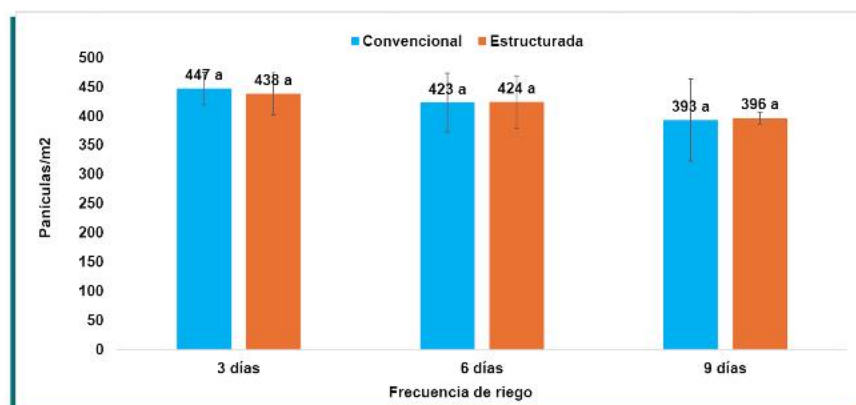
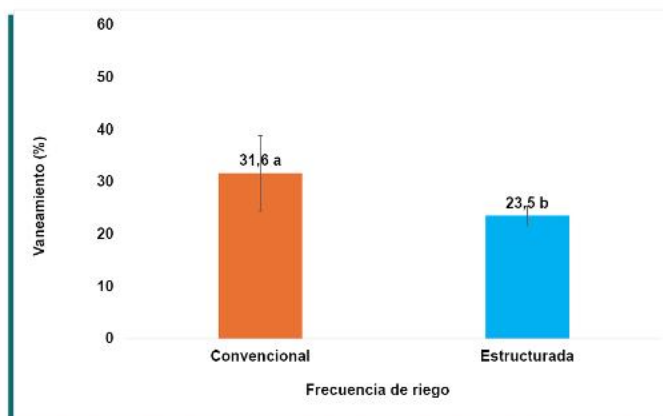


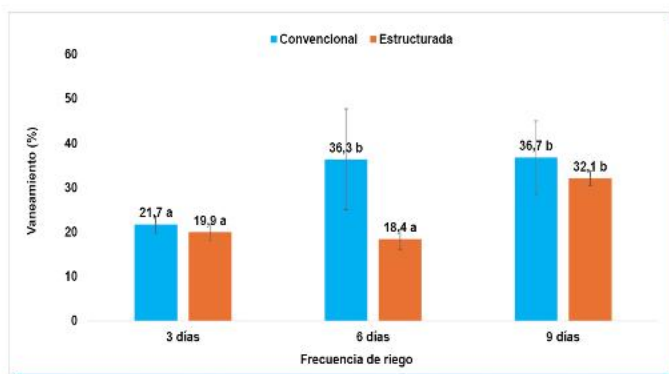
Fig. 6 Panículas por metro cuadrado entre la interacción (A x FR). Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, test de Tukey ($p < 0.05$)

Vaneamiento

Uno de los resultados más destacados se presentó en el vaneamiento. El agua estructurada redujo el vaneamiento promedio de 31,6 % a 23,5 %, equivalente a una reducción cercana al 25 % (figura 7).

Fig. 7 Porcentaje de vaneamiento entre los tratamientos de agua convencional y estructurada. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, test de Tukey ($p < 0.05$).





El efecto fue especialmente marcado en la frecuencia de riego de 6 días, donde el vaneamiento pasó de 36,3 % con agua convencional a 18,4 % con agua estructurada (figura 8). Este comportamiento sugiere una mejor respuesta del cultivo durante la floración y el llenado de grano bajo restricción hídrica moderada.

Fig. 8 Porcentaje de vaneamiento en la interacción Tipo de agua y frecuencias de riego (A x FR). Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, test de Tukey ($p \leq 0,05$).

Peso de 1.000 granos y número de espiguillas por panícula

El peso de 1.000 granos no presentó diferencias significativas entre los tipos de agua; sin embargo, en FR6 el agua estructurada permitió mantener un peso de 24,5 g frente a 21,7 g con agua convencional. De manera similar, el número de espiguillas por panícula mostró una tendencia favorable, aunque sin diferencias estadísticas significativas entre los tipos de agua.

Rendimiento de paddy seco

El tratamiento con agua estructurada presentó un rendimiento superior al obtenido con agua convencional, manteniendo la misma tendencia observada durante todo el desarrollo del experimento. Aunque las diferencias estadísticas fueron limitadas, el comportamiento de esta variable confirma que la respuesta fisiológica del cultivo se tradujo en una mayor producción de grano comercializable cuando se utilizó agua estructurada.

La superioridad del tratamiento con agua estructurada puede explicarse por el efecto acumulado de las variables analizadas anteriormente. La mayor retención de humedad en el suelo permitió mantener un mejor estado hídrico de las plantas durante las etapas reproductivas, reduciendo el porcentaje de vaneamiento y favoreciendo el llenado de grano. En consecuencia, el incremento del rendimiento constituye la expresión final del conjunto de respuestas fisiológicas observadas durante el estudio y no el resultado aislado de una única variable.

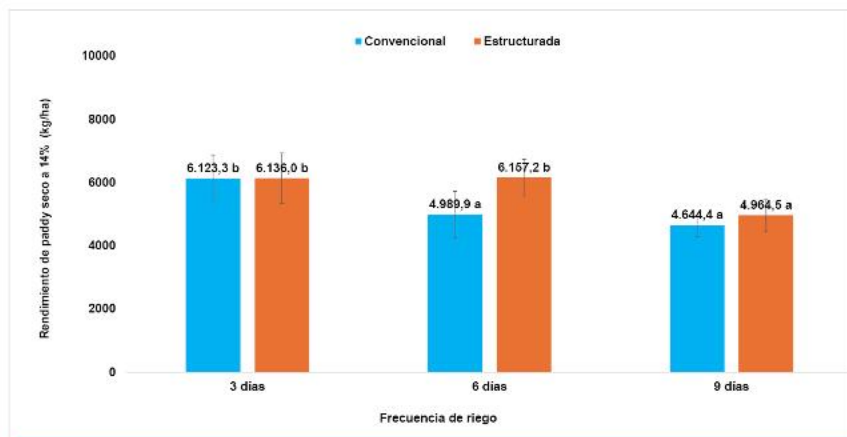
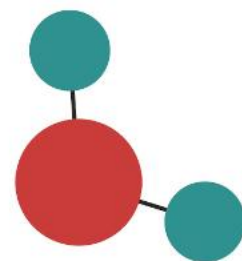
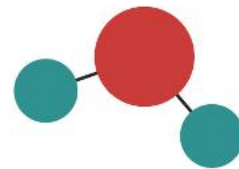


Fig. 9 Rendimiento de paddy seco en la interacción Tipo de agua utilizada y frecuencias de riego (A x FR). Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, test de Tukey ($p \leq 0,05$).





Productividad de agua

Al relacionar rendimiento de grano y el volumen de agua utilizado de acuerdo con el tipo de agua se genera el concepto de productividad de agua (PW), parámetro de alta relevancia a la hora de evaluar el desempeño de cualquier tecnología frente a su eficiencia en el uso del agua. Los resultados obtenidos presentaron diferencias estadísticas significativas, en los cuales el agua estructurada alcanzó una PW de 0,49 kilogramos de arroz paddy seco por metro cúbico siendo un 13,9% mayor al agua convencional con 0,43 kilogramos por metro cúbico (Fig.10). Estos resultados evidencian que el agua estructurada fue más eficiente en el uso del agua para la producción de arroz. Estos resultados concuerdan a los obtenidos por Stone et al., (2005) los cuales indican que los valores oscilan entre 0,4 y 1 kg m⁻³. En su investigación señala que claramente el desempeño de una tecnología que impacte en el uso del agua puede reducir bien sea las pérdidas o aumentar su productividad sin el incremento en el consumo hídrico. Es tipo de tecnologías son las que deben ser parte de los desafíos bajo escenarios de menor disponibilidad hídrica en la agricultura.

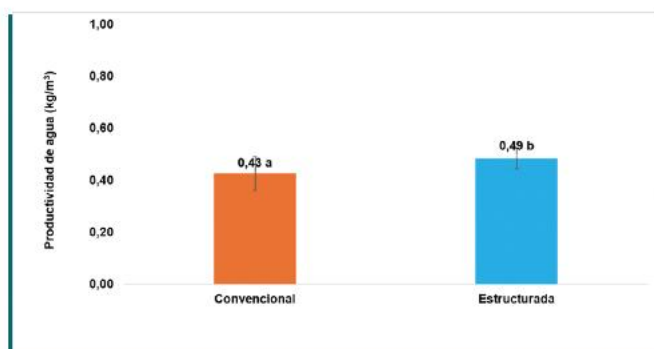
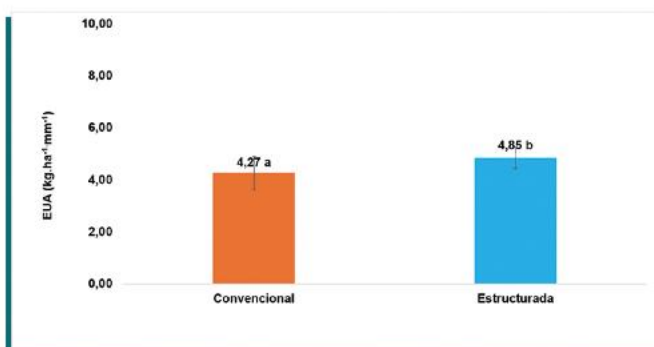


Fig. 10 Productividad de agua (PW) de acuerdo con el tipo de agua. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, test de Tukey ($p \leq 0,05$).

Eficiencia en el uso del agua (EUA)

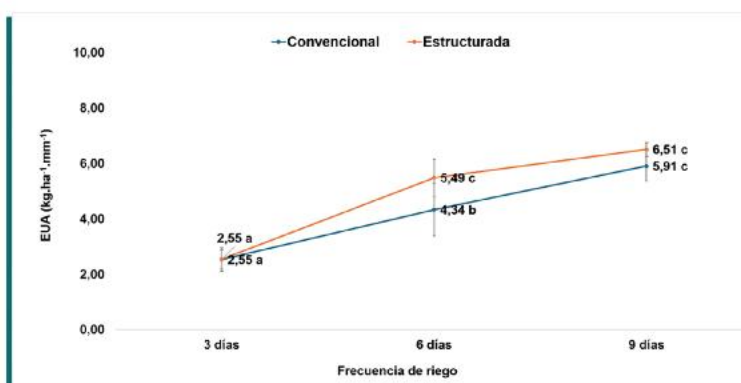


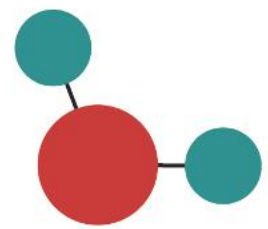
Mientras que PW indica cuántos kilogramos de arroz se producen por cada metro cúbico de agua utilizada, la eficiencia en el uso del agua (EUA) indica cuántos kilogramos de arroz se producen por cada milímetro de agua aplicado sobre una hectárea. En este caso el tratamiento de agua estructurada obtuvo mayor EUA con 4,85 kg.ha⁻¹.mm⁻¹ siendo 13,6% mayor que el agua convencional. El cual obtuvo 4,27 kg.ha⁻¹.mm⁻¹ (Fig.11). Estos resultados son estadísticamente significativos.

Fig. 11 Eficiencia en el uso del agua (EUA) en los tratamientos de agua convencional y estructurada. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, test de Tukey ($p \leq 0,05$).

En la interacción (A x FR) se observó que la FR6 x ESTR presentó diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) frente a la misma frecuencia con agua convencional, lo que demuestra que el agua estructurada contribuyó en un incremento hasta de 26,5% de la EUA. (Fig. 12).

Fig. 12 Eficiencia en el uso del agua (EUA) en la interacción (A x FR). Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, test de Tukey ($p \leq 0,05$).





CONCLUSIONES

El uso de agua estructurada se asoció con una mayor retención de humedad en el suelo respecto al agua convencional, evidenciada tanto en la curva de retención de humedad como en el contenido de agua en el suelo (CAS) monitoreado durante el ciclo del cultivo. Este efecto fue más evidente bajo condiciones de menor disponibilidad hídrica, correspondientes a las frecuencias de riego de 6 y 9 días.

El potencial hídrico foliar respondió significativamente a la frecuencia de riego y al tipo de agua utilizada. Bajo condiciones de restricción hídrica moderada y severa (FR6 y FR9), las plantas irrigadas con agua estructurada mantuvieron valores de potencial hídrico menos negativos que aquellas irrigadas con agua convencional, indicando una mejor condición hídrica de la planta. Las variables de crecimiento vegetativo, incluyendo altura de planta, número de macollas por metro cuadrado, panículas por unidad de área, no presentaron diferencias estadísticamente significativas atribuibles al tipo de agua, lo que sugiere que los efectos observados se manifestaron principalmente durante las etapas reproductivas del cultivo.

Entre los componentes de rendimiento, en el tratamiento con agua estructurada no se redujo significativamente el porcentaje de vaneamiento en comparación con el agua convencional. Este efecto fue particularmente bajo en la frecuencia de riego de 6 días, donde el vaneamiento se redujo aproximadamente a la mitad (50%) respecto al tratamiento convencional. Asimismo, el número de espiguillas por panícula mostró incrementos significativos bajo esta condición de manejo hídrico.

El rendimiento de grano respondió de manera diferencial según el nivel de disponibilidad hídrica. Bajo condiciones de estrés hídrico moderado (FR6), el agua estructurada incrementó el rendimiento hasta en un 23,4 % respecto al tratamiento con agua convencional. Sin embargo, bajo condiciones de adecuada disponibilidad hídrica (FR3), no se observaron diferencias significativas entre tipos de agua.

La productividad del agua (PW) y la eficiencia en el uso del agua (EUA) fueron superiores en los tratamientos irrigados con agua estructurada, registrando incrementos promedio de 13,9 % y 13,6 %, respectivamente. Bajo la frecuencia de riego de 6 días, estos incrementos alcanzaron 26,5 % para EUA. Los resultados sugieren que el mantenimiento de un mayor potencial hídrico en las plantas irrigadas con agua estructurada pudo contribuir a reducir los efectos del estrés hídrico moderado sobre los componentes de rendimiento y la productividad del cultivo.

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados obtenidos en la presente investigación constituyen una primera aproximación al estudio del uso de agua estructurada mediante tecnología de Resonancia Molecular Hidrodinámica (HDMR) en el cultivo de arroz bajo condiciones controladas de casa de malla. Los hallazgos evidenciaron respuestas favorables en algunas variables asociadas al rendimiento, la productividad del agua y la eficiencia en el uso del agua, particularmente bajo condiciones de restricción hídrica moderada.

No obstante, debido a la naturaleza innovadora de la tecnología evaluada y a la limitada información científica disponible para el cultivo de arroz en Colombia, los resultados deben interpretarse con cautela y dentro del contexto experimental en el que fueron obtenidos. En consecuencia, se requiere la realización de investigaciones adicionales que permitan validar la reproducibilidad de los resultados bajo diferentes condiciones edafoclimáticas, materiales genéticos y esquemas de manejo agronómico.

Se recomienda complementar estos estudios con evaluaciones en ambientes de mayor control experimental, incluyendo la caracterización fisicoquímica del agua antes y después de su tratamiento, así como con experimentos de campo en condiciones comerciales de producción, donde la variabilidad ambiental permita determinar con mayor precisión el comportamiento de la tecnología en escenarios reales de cultivo.

DECLARACIÓN DE INDEPENDENCIA CIENTÍFICA

La presente investigación fue desarrollada en el Centro de Gestión del Recurso Hídrico (CGRH) de Fedearroz, ubicado en El Espinal, Tolima, Colombia, con fines exclusivamente científicos y de generación de conocimiento para el sector arrocero.

La evaluación de la tecnología de estructuración de agua fue realizada de manera independiente y objetiva, sin que los resultados obtenidos constituyan una certificación, validación comercial, recomendación institucional o respaldo tecnológico por parte de la Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz) o del Fondo Nacional del Arroz.

Las conclusiones aquí presentadas corresponden únicamente a las condiciones experimentales evaluadas y no deben extrapolarse automáticamente a otras condiciones de producción sin la correspondiente validación técnica y científica.

Referencias bibliográficas

- Bruinsma, J. (2009). The Resource Outlook to 2050: By How Much Do Land, Water and Crop Yields Need to Increase by 2050? Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Cai, R., Yang, H., He, J., & Zhu, W. (2009). The effects of magnetic fields on water molecular hydrogen bonds. Journal of Molecular Structure, 938(1-3), 15-19. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2009.08.037>.
- Chang, K. T., & Weng, C. I. (2006). An investigation into the structure of aqueous NaCl electrolyte solutions under magnetic fields. Computational Materials Science, 43(4), 1048-1055. <https://doi.org/10.1016/j.commatsci.2008.03.012>.
- Dobránszki, J., Teixeira da Silva, J. A., & Mender-Drienyovszki, N. (2023). Is magnetically treated water a new and effective tool for improving plant growth, development and productivity? Horticulturae, 9(2), 140. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9020140>.
- Dowgert, M. F. (2010). Rice and Water: A Long and Diverse Relationship. Better Crops International, 44(1), 6-9.
- Pollack, G. H. (2013). The Fourth Phase of Water: Beyond Solid, Liquid, and Vapor. Seattle, WA, USA: Ebner & Sons Publishers.
- Wang, J., & Pollack, G. H. (2024). Evidence for exclusion zone water in xylem conduits and its potential role in sap transport. Water, 16(4), 1-18.
- Pollack, G. H. (2013). The Fourth Phase of Water: Beyond Solid, Liquid, and Vapor. Seattle, WA, USA: Ebner & Sons Publishers.
- Stone, L. F., Moreira, J. A. A., & Silva, S. C. (2005). Eficiência do uso da água e produtividade do arroz de terras altas submetido a diferentes lâminas de irrigação. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 40(10), 1015-1022.
- Yang, J., & Zhang, J. (2006). Grain filling of cereals under soil drying. New Phytologist, 169(2), 223-236. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01597.x>.
- Yang, J., Zhang, J., Wang, Z., Zhu, Q., & Liu, L. (2001). Water deficit-induced senescence and its relationship to the remobilization of pre-stored carbon in wheat during grain filling. Agronomy Journal, 93(1), 196-206.
- Yoshida, S. (1981). Fundamentals of Rice Crop Science. Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute (IRRI).

BIOESTIMULANTES MICROFERTISA PARA RECUPERAR EL CULTIVO DE ARROZ POR SEQUÍAS INTENSAS, GOLPES DE HERBICIDAS O EXCESO DE HUMEDAD



Contáctenos:

+57 311 2360770

[/Microfertisa](https://www.facebook.com/Microfertisa) [/Microfertisa](https://www.linkedin.com/company/microfertisa)

www.microfertisa.com.co





Agricultores líderes en el ecosistema ARROZ - PATOS

En la vereda Buenos Aires, corregimiento La Gloria, en Montería (Córdoba), el productor **José Prudencio Ruíz Padilla** implementa el proyecto Arroz con Patos, promovido por la Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz) y el Fondo Nacional del Arroz como una alternativa de sostenibilidad ambiental.

Este productor es miembro de la Asociación de Agricultores y Productores de Buenos Aires, Adapba, beneficiada con dicho proyecto al que participaron 28 organizaciones.

Adapba, al ser seleccionada les permitió a 35 agricultores que la integran, capacitarse y optar por una alternativa productiva que incorpora el cultivo de arroz con la cría de patos.

Para poner en marcha la iniciativa, Fedearroz entregó insumos como abono, semilla certificada, patos, una motobomba y el alimento. Estos elementos sumados al compromiso de los productores permitieron avanzar en la implementación del sistema.

“Para resultar ganadores le metimos la voluntad. No es fácil, pero fuimos una de las asociaciones que siguió paso a paso lo que Fedearroz nos indicó”, explicó el productor.



La implementación comenzó con la elaboración de semilleros, la mecanización de la tierra y la adecuación de espacios a piscinas. Según Ruíz, *“cuando el arroz tiene entre 15 y 20 días se hace un trasplante de esos semilleros a la tierra y, cuando el arroz tiene otros 8 días y ha pegado bien, llega el momento de incluir los patos pequeños”*.

Los patos deben tener entre cinco y seis días de nacidos, edad adecuada para incorporarlos al cultivo.

Los animales utilizados no son patos comunes de la región, sino patos Pekín, una especie que se distingue por su plumaje. *“Este pato es muy bonito y a la gente le llama mucho la atención; por eso a veces lo compran para tenerlo de lujo, es totalmente diferente al pato criollo”*, afirmó.

Dentro del cultivo, los patos se alimentan de lo que encuentran bajo el arroz, hierbas, mariposas, grillos, larvas y otros insectos, siendo esto un efectivo control biológico, y las deposiciones sirven de materia orgánica, como abono natural.

Gracias a la presencia de los patos el arroz permanece limpio. *“Ellos limpian el arroz totalmente de hierbas o de insectos. Ese proceso va hasta que el arroz empiece a espigar”*. Cuando los patos llegan a la adultez deben ser retirados del cultivo. Esta práctica hace innecesarias las aplicaciones químicas, lo que implica un ahorro para los agricultores.



Según explica José Prudencio, el cultivo de arroz se maneja mediante módulos para la distribución de los patos. Actualmente cuenta con dos módulos de 4.000 metros cuadrados cada uno, en los que se ubican 200 patos por módulo y rotación.

Como proyecto piloto la producción inicial fue de cinco toneladas de arroz. La destinación principalmente fue para el autoconsumo. Además del arroz, la iniciativa genera ingresos adicionales mediante la venta de carne de pato y huevos.

Para los productores, el acompañamiento de Fedearroz ha sido clave en la implementación del proyecto, siendo conscientes de que para avanzar deben fortalecer la comercialización de la carne de patos y los huevos, aspecto en el que vienen trabajando, y gestión que ya permitió ser conocida por delegados de la Alcaldía de Montería, quienes ven en el binomio arroz - patos una alternativa sostenible para la región.

La incubación para fortalecer el proyecto arroz-patos

Dentro de los avances alcanzados está relacionada la incubación de los huevos para contar con los patos necesarios e integrarlos al cultivo.

Como parte de una alternativa productiva que combina aprendizaje, sostenibilidad y nuevas oportunidades económicas, el proyecto de arroz - patos ha mostrado unos avances relacionados con la incubación de huevos, una actividad innovadora que también fortalece la producción arrocerá.

De esto se ha ocupado **Alfredo Rincón**, quien se vinculó al proyecto gracias a un productor arrocerero que lo acercó a Fedearroz y, desde entonces, ha contado con el respaldo del gremio para avanzar en esta iniciativa, entregándole una incubadora y 11 patos hembras y 5 machos.



En desarrollo de este proyecto, Rincón se ha capacitado en el proceso de crianza, incubación y manejo de las aves.

La incubadora tiene capacidad para 64 huevos y realiza una rotación automática durante el proceso, que tarda aproximadamente 25 días. Alfredo marca los huevos para llevar un control de su tiempo de incubación. A los 20 días cuando el patito empieza a picar el cascarón es señal de que está próximo a nacer. Si el ave es muy grande y queda ajustada dentro del huevo, puede tener dificultades para romperlo y salir; por lo que se le ayuda manualmente. El patito permanece 4 horas en la incubadora y al día siguiente empieza a dar sus primeros pasos.

Gracias a este aprendizaje, Alfredo Rincón ya obtiene ingresos vendiendo patos y huevos y reconoce lo valioso que ha sido esta iniciativa implementada por la Federación Nacional de Arroceros. *“A la gente le ha gustado porque es distinto, más bonito; algunos no lo compran para comer, sino para tenerlo como mascota”,* indicó Rincón.



Gobernadora del Tolima acompañó la Asamblea General de Productores Arroceros en Ibagué

Con una amplia asistencia, se iniciaron las Asambleas Generales de Productores Arroceros, convocadas para renovar los Comités Seccionales de Arroceros y elegir a los delegados que participarán en el 40.º Congreso Nacional Arrocerero, que se celebrará en Bogotá.

Las jornadas realizadas en los municipios de Venadillo e Ibagué contaron con una notable participación de productores. En la capital tolimese estuvo presente la gobernadora del Tolima, Adriana Magalí Matiz, quien entregó una importante declaración alusiva al sector arrocerero Tolimense, y se refirió a las graves afectaciones que ha sufrido este departamento como consecuencia de los incendios forestales.

"El arroz tiene mil posibilidades y ahí hay una gran oportunidad, una oportunidad gigante que no podemos desaprovechar. A los líderes y directivos que hoy son nombrados y asumen las riendas de este gremio quiero convocarlos a una participación activa y permanente, porque no estamos aquí exclusivamente para hablar de cifras malas, buenas o regulares; estamos aquí para vernos de manera integral como región. Sé bien que este gremio y este sector jamás dejarán solos a sus coterráneos, a su tierra ni a sus animales. El desarrollo territorial del Tolima se escribe con arroz, se vive con arroz y se construye de la mano de todos nosotros. Queridos arroceros: hoy el suelo del Tolima podrá estar cubierto de cenizas, pero la vida y la esperanza de todos los tolimeses están presentes en el corazón de cada uno de nosotros y de nuestra gente. La vida ha sido la gran ganadora de esta batalla contra el fuego, porque, gracias a Dios, no hemos perdido una sola vida humana durante este periplo. Con la vida intacta, que es lo más valioso e importante, vamos a levantarnos con más fuerza, porque de arroz, fuerza y dignidad estamos hechos los tolimeses. Contamos con ustedes, así como ustedes cuentan con nosotros", afirmó la mandataria.

La gobernadora también anunció un acuerdo con los gremios del departamento para que el tamo de arroz sirva de base para la alimentación del ganado, afectado por los incendios forestales y la fuerte sequía que ya se siente como consecuencia del Fenómeno de "El Niño". En el marco de esta iniciativa, se busca que se donen cerca de 5.000 toneladas de tamo y, junto con otros gremios, coordinar la logística necesaria para desarrollar el proyecto.



Por su parte el gerente general de Fedearroz, Rafael Hernández Lozano, hizo un llamado al gobierno nacional para apoyar al sector por las afectaciones debido al Fenómeno de "El Niño". Solicitó también a los distritos de riego limitar el cobro de las tarifas fijas a los cultivadores afectados por sequía. *"El arroz se ha venido viendo muy afectado por la sequía y altas temperaturas, la cosecha se está recolectando en este momento tanto aquí en el Tolima como en los Llanos Orientales, por ello le solicitó a la junta directiva de Usocoello que por lo menos no les cobren a los agricultores las tarifas fijas. El fenómeno de "El Niño", la sequía, las altas temperaturas han afectado a los productores y no se puede afectar con más cargas, porque no tienen de donde y generará desempleo y más pobreza",* puntualizó en dirigente gremial.



Asamblea de Arroceros - Ibagué



Asamblea de Arroceros - Venadillo

EL ÉXITO DEL CULTIVO DEL ARROZ COMIENZA CON UNA SEMILLA DE CALIDAD

Con más de tres décadas dedicadas al campo y una tradición agrícola heredada de su familia en Lérída (Tolima), Alexander Manchado Aranzales ha hecho del cultivo del arroz una forma de vida y un motor de progreso.

En esta entrevista comparte cómo el acompañamiento técnico de la Federación Nacional de Arroceros - Fedearroz y la implementación del programa de Adopción Masiva de Tecnología - AMTEC, así como el uso responsable de semilla certificada, han transformado sus prácticas. Su experiencia deja una lección aprendida: La buena cosecha comienza con la elección de la semilla certificada, pero se construye día a día con conocimiento, tecnología y monitoreo permanente.



RA

¿Cuánto tiempo lleva vinculado a la Federación Nacional de Arroceros?

AMA

Hace más de 10 años llevo vinculado a la Federación, a todos los procesos y avances tecnológicos que son adecuados y aptos a las circunstancias que el cultivo del arroz viene presentando. Nos gusta el desarrollo, nos gusta ver cómo generamos progreso a través de una planta que requiere semillas certificadas, manejo de la fertilización, análisis de suelos y la asesoría técnica por parte de los ingenieros agrónomos y de la misma Federación.

¿De qué manera la capacitación y el acompañamiento técnico de Fedearroz han contribuido a mejorar sus prácticas como agricultor?

RA

AMA

Con Fedearroz he aprendido mucho. No soy profesional, soy un productor empírico, aprendí de mi papá y familiares. Lo positivo es que uno va aprendiendo cada vez más y va corrigiendo los errores que pueda cometer según las circunstancias de cada cultivo.

Con Fedearroz aprendí sobre el manejo de la semilla con el programa AMTEC. Nosotros basados en la experiencia operábamos con una cantidad alta de semillas y a través del proceso con AMTEC y la Federación optamos por manejar la densidad de semilla que ellos recomiendan de acuerdo con la variedad.

He aprendido muchas cosas y me ha gustado la temática, la innovación de la tecnología que aplica Fedearroz y su investigación en semillas.

Es favorable el acompañamiento y asesoramiento de los ingenieros de la zona y en las seccionales. Siempre han estado presentes evitando que uno se sienta desplazado o solo en el proceso del cultivo. También contamos con muchas herramientas como el sistema web para consultas climáticas y de ubicación. Además, utilicé el sistema de RTK, un sistema de caballoneo satelital muy útil en estas épocas secas, mejora el rendimiento y aprovechamiento de los recursos hídricos, considero que innovar es favorable.

RA A partir de las capacitaciones y el acompañamiento técnico, ¿cómo ha cambiado el uso de semilla?

AMA

Llegué a usar hasta 220 kilos. Escuchaba a mi padre y a mucha gente alrededor que decía que para comer arroz tenía que sembrar arroz, echarle buena semilla. Esa era la cultura que se manejaba anteriormente.

Ahora, a través de las charlas, los procesos técnicos y las prácticas, me he dado cuenta que eso no es así. El material viene para una cierta cantidad de kilos por hectárea y así se expresa de mejor manera.

¿Cómo ha cambiado su manejo de la fertilización y de los insecticidas a partir del acompañamiento técnico?

RA

AMA

Sobre la fertilización se debe tener en cuenta que la planta disponga con el espacio adecuado, que reciba suficiente luz, lo que permitirá recibir la misma cantidad de nutrientes, lo que demuestra un buen aporte de fertilización, ya que la planta va a expresar un buen desarrollo, y si la espiga es bastante grande, va a contar con todo el potencial genético que trae la variedad.

Respecto al uso de insecticidas, antes tenía la costumbre de aplicar mucho insecticida al iniciar el cultivo, sin embargo, aprendí que esta práctica eliminada tanto los insectos benéficos como los malos, y por ello no hay un control biológico.



RA ¿Cuál es su concepto y experiencia con la implementación de la semilla certificada?

AMA

Las semillas certificadas establecen una garantía por el material genético que usted está incorporando en su lote, se va a poder expresar y si tiene las condiciones, se verá un buen desarrollo y una buena producción. ¿Qué saco con ponerme a comprar semillas de costal por reducir un costo más? Nada, no se va a ver reflejado en la producción, genéticamente no va a producir bien, y posiblemente llegue con enfermedades, hongos u otras cosas. Es mejor, para mí, las semillas certificadas, la Federación está garantizando un producto de óptima calidad, con desarrollo genético que no hacen en un año sino hasta de diez años y además le sacan el registro del ICA.

Son pruebas tras pruebas, vienen bien evaluadas y uno va a la fija, seguro para garantizar el cultivo. El éxito de un cultivo como el arroz se establece desde la semilla hasta la siembra.

Si usted tiene una buena semilla y germinación, tiene el 50% asegurado en cuanto a lo invertido en el cultivo. Obviamente, están los otros factores como el control de malezas, aplicaciones de herbicidas, fertilizaciones, prevención de enfermedades y apoyos climáticos. Usted debe establecer la cantidad de plantas por metro cuadrado, hacer una estadística de cuánto puede ser la producción en unas condiciones normales, y hacerlo de la mejor manera.

Muchos agricultores consideran que la semilla de costal es más económica. Desde su experiencia, ¿qué ventajas económicas ofrece la semilla certificada?

RA

AMA

Podemos conseguir el bulto de semilla certificada a un determinado precio, y la semilla de costal puede valer incluso la mitad de ese precio. Sin embargo, sobre la semilla de costal no conocemos su procedencia, como fue producida o si cuenta con problemas de enfermedades. Claro que evidenciamos ahorro, pero al finalizar notaremos menos rendimientos y menos rentabilidad sobre ese cultivo.

Con la semilla certificada de Fedearroz tengo unos buenos parámetros mínimos de producción, entre 100 y 150, aunque depende de las circunstancias ya que debo ser juicioso y asegurarme de tener acompañamiento del asistente técnico, y hacer todo el proceso bien, asegurarme que las condiciones son favorables para el cultivo y tener un punto de equilibrio frente a los gastos que se presenten.

RA

Observando esta situación ¿Usted considera que no solo es importante usar semilla certificada, sino que también se debe tener en cuenta todo el proceso para sembrar arroz?

AMA

Correcto, algunos agricultores pretenden que, porque ya tienen la semilla certificada y la sembraron, lo demás actúa solo, no, eso es todo un proceso, una cadena secuencial que se debe seguir haciendo durante el desarrollo del cultivo.

Debemos seguir algunos parámetros como el control de maleza y cumplir con los tiempos para la fertilización entre abonadas para ver un buen desarrollo de la planta, su crecimiento y floración; es un monitoreo constante sobre el cultivo, a diario, los cuatro meses que dura el proceso, no se puede dejar descuidado.

Para tener presentes estos parámetros a los que se refiere, Fedearroz de manera permanente viene prestando el servicio de capacitación ¿Usted considera importante que los productores asistan a estos eventos de transferencia que realiza Fedearroz?

RA

AMA

Sí, es muy importante, he asistido a varios y uno ve el compromiso de la Federación y el profesionalismo de todas las personas que capacitan. Los expertos nos han explicado el proceso genético y desarrollo del cultivo. Nos enteramos cuando Fedearroz saca una nueva variedad, eso es muy importante. Desafortunadamente a veces algunos agricultores no le prestan atención a eso o no asisten.

Fedearroz nos invita y son actividades totalmente gratis, es importante estar enterado de la situación del cultivo, inclusive climática, de las variedades que se pueden sembrar en el momento, de que está incidiendo en la siembra, si es una época muy seca o lluviosa, información que nos ayuda a establecer qué variedad podemos usar y mantener un manejo del cultivo.

Invito a todos para que realmente se apoyen en la Federación y participen de la transferencia de conceptos y de tecnología. Fedearroz ha invertido en tecnología favorable para nuestros cultivos y para nosotros como agricultores. He participado en varios cursos y he salido muy instruido y con muchas alternativas para mi cultivo.



TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA FEDEARROZ - FNA EN EL PAÍS ARROCERO



La Federación Nacional de Arroceros - Fondo Nacional del Arroz, sigue avanzando en su programa de transferencia de tecnología, desplegando diversas actividades en todas las regiones, orientadas a ampliar los conocimientos, habilidades y aptitudes de los productores arroceros, que son determinantes para avanzar en la competitividad de todo el sector.



Yesid Demoya, IA Fedearroz FNA - La Apartada, Córdoba (Escuela AMTEC)

En La Apartada, manejo técnico de la cosecha

En el municipio de La Apartada (Córdoba) se llevó a cabo una charla orientada a fortalecer el manejo técnico de la cosecha, etapa clave para asegurar la calidad del grano. Durante la jornada se explicó la forma correcta de identificar el momento oportuno de la corta para evitar pérdidas durante la trilla. El evento fue realizado por ingenieros de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz.



Diana Madera y Cristo Pérez, IA Fedearroz FNA - Tierralta, Córdoba ETC

Día de campo en Tierralta sobre el diagnóstico de lotes arroceros

Agrónomos de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz realizaron un día de campo en Tierralta (Córdoba) sobre el diagnóstico de lotes arroceros implementando prácticas como evaluación de la calidad del suelo, pruebas de infiltración de agua, medición de compactación, determinación de densidad aparente y estimación de la porosidad, lo que permitirá identificar limitantes físicas que afectan el crecimiento radicular y la eficiencia del cultivo.



Cristo Pérez y Diana Madera, IA Fedearroz FNA - Tierralta, Córdoba

Análisis y manejo adecuado del suelo en Tierralta

En Tierralta (Córdoba) ingenieros de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz llevaron a cabo un día de campo con el objetivo de fortalecer los conocimientos de productores y asistentes técnicos sobre el análisis y manejo adecuado del suelo desarrollando actividades teórico-prácticas de evaluación de propiedades físicas de la tierra, identificación de compactación, infiltración, estructura y reconocimiento de limitantes que afectan el desarrollo de los cultivos, mediante una práctica los asistentes conocieron labores orientadas a optimizar el uso de insumos, mejorar la salud del suelo y aumentar la eficiencia de los sistemas productivos en los lotes AMTEC.



Patricia López, IA Fedearroz FNA - La Apartada, Córdoba

Día de campo en La Apartada sobre forma correcta de tomar muestras de suelo

Con el propósito de fortalecer los conocimientos sobre la nutrición del cultivo, ingenieros de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz realizaron un día de campo dirigido a agricultores del municipio de La Apartada (Córdoba), explicando la forma correcta de tomar muestras de suelo, identificando los puntos de muestreo, profundidad adecuada, número de submuestras, homogenización y manejo, e hicieron énfasis en la implementación de una nutrición balanceada, resaltando la adecuada planificación y las prácticas sostenibles para un mejor desarrollo del cultivo.



Enrique Saavedra, IA Fedearroz FNA - Montería, Córdoba

Estudiantes de la UNAD, se capacitaron en Montería sobre el servicio climático

Estudiantes de Agronomía y Agroclimatología de la Universidad UNAD, asistieron a una capacitación en Montería (Córdoba) para conocer el servicio climático que presta Fedearroz a los agricultores, a través de las estaciones meteorológicas y la plataforma "Al día con el Clima" (<https://clima.fedearroz.com.co/>). Esta herramienta mediante datos históricos y predicciones climáticas le facilita al productor planificar sus siembras, optimizar la gestión del cultivo y reducir el riesgo agroclimático, además de obtener información precisa que mejora las prácticas agrícolas. El evento fue liderado por Ingenieros de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz.



Enrique Saavedra y Diana Madera, IA Fedearroz FNA - Ayapel, Córdoba

Agricultores de Ayapel conocen resultados de la implementación del programa AMTEC

Agricultores del municipio de Ayapel (Córdoba), asistieron a una charla organizada por agrónomos de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz, quienes socializaron los resultados de la implementación del programa de Adopción Masiva de Tecnología - AMTEC en la zona, que permitió aumentar rendimientos y reducción de costos de producción, a través de prácticas como selección de la mejor época de siembra, uso de semilla certificada y análisis de suelos.

ANTIOQUIA



Blanca Contreras, IA Fedearroz FNA - Nechí, Antioquia (Escuela AMTEC)

En Nechí sesión de la Escuela AMTEC

Agricultores de Nechí (Antioquia), participaron en una sesión de la escuela AMTEC, enfocada en el diagnóstico, planeación, adecuación, preparación, siembra, nutrición, control fitosanitario y evaluación de costos del cultivo. El evento realizado por agrónomos de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz.



Patricia López, IA Fedearroz - Cauca, Antioquia (Arroz - Patos)

En Cauca: resultados de la implementación del sistema Arroz-Patos y sus beneficios

En Cauca (Antioquia) se llevó a cabo una conferencia con la participación de productores de las asociaciones La Fortaleza y ASOPEISLA quienes conocieron los resultados de la implementación del sistema agroecológico de producción Arroz-Patos y los beneficios obtenidos en materia de control biológico y reducción del uso de agroquímicos, así como el comportamiento del cultivo y los aportes del sistema en la diversificación productiva, la seguridad alimentaria y la generación de ingresos adicionales para las familias. El evento fue liderado por ingenieros de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz.

BOLIVAR



Jhonatan López, IA Fedearroz FNA - San Jacinto del Cauca, Bolívar (Escuela AMTEC)

Día de campo en San Jacinto del Cauca sobre observación de insectos fitófagos que afectan el cultivo

Agrónomos de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz realizaron en San Jacinto del Cauca (Bolívar), un día de campo para la observación de insectos fitófagos que afectan el cultivo, destacando su identificación, tipo de daño y umbrales de acción. Se explicó la importancia de los insectos benéficos como reguladores naturales de las poblaciones de plagas y la forma correcta de realizar el monitoreo en campo incluyendo evaluaciones periódicas y sistemáticas para determinar el momento oportuno de intervención.



Jhonathan López, IA Fedearroz FNA - San Jacinto del Cauca, Bolívar (Escuela AMTEC)

En San Jacinto del Cauca capacitación sobre monitoreo, identificación y manejo de enfermedades

Aspectos fundamentales relacionados con el monitoreo, identificación y manejo de enfermedades en el cultivo del arroz, desarrollaron profesionales de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz durante una capacitación a productores de San Jacinto del Cauca, (Bolívar), donde aprendieron los principales agentes causales como hongos, bacterias y virus, además de su forma de dispersión, condiciones favorables y síntomas característicos para su identificación en campo.



Jhonatan López, IA Fedearroz FNA - San Jacinto del Cauca, Bolívar ETC

Procesos del programa de AMTEC en San Jacinto del Cauca

Profesionales de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz realizaron un evento de transferencia de tecnología en San Jacinto del Cauca (Bolívar), donde se recordaron los procesos del programa de Adopción Masiva de Tecnología AMTEC y su implementación para un óptimo desarrollo del cultivo. En el evento funcionarios de Fedearroz también explicaron las rutas de crédito y alternativas de financiamiento, así como alianzas estratégicas para la adquisición de insumos, establecimiento del cultivo, adecuación de suelos, mecanización y sostenimiento de las labores agrícolas.



Edgar Bello, IA Fedearroz FNA - Cúcuta, Norte de Santander

Agricultores de Cúcuta asisten al taller “Escenario agroclimático y riesgo fitosanitario”

En las instalaciones de Fedearroz en Cúcuta (Norte de Santander) se llevó a cabo un taller denominado “Escenario agroclimático y riesgo fitosanitario”, donde se definieron estrategias que le permiten al productor una adecuada toma de decisiones en campo, y contribuyen a reducir riesgos y/o efectos negativos en el desarrollo del cultivo, debido a la variabilidad en las precipitaciones y aumentos progresivos de la temperatura.



NORTE DE SANTANDER



Edgar Bello, IA Fedearroz FNA - Cúcuta, Norte de Santander

Charla en Cúcuta sobre los efectos fitosanitarios del cambio climático

En las instalaciones de Fedearroz Cúcuta (Norte de Santander) se llevó a cabo una charla orientada en los efectos fitosanitarios de cambio climático en el cultivo del arroz. Los ingenieros de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz expusieron aspectos del complejo Sogata - Virus de la Hoja Blanca del Arroz (VHBA) y socializaron estrategias que contribuyan a reducir riesgos incluyendo la planificación de las épocas de siembra, lo que evitará la exposición del cultivo a períodos de altas temperaturas y estrés hídrico.



Belkis Pinto, IA Fedearroz FNA - Cúcuta, Norte de Santander ETC

Jóvenes rurales de Cúcuta fortalecen sus conocimientos sobre el proceso del cultivo de arroz

Un día de campo se llevó a cabo en Cúcuta (Norte de Santander) dirigido a jóvenes rurales con el propósito de fortalecer sus conocimientos sobre el proceso productivo del cultivo de arroz y acercarlos a las nuevas tecnologías implementadas en el sector agrícola. Observaron las etapas del cultivo, desde la preparación del terreno y la siembra, hasta el manejo agronómico, la cosecha y la postcosecha, además de estrategias relacionadas con el uso eficiente de insumos, el manejo del riego y la importancia de las tecnologías aplicadas para mejorar la productividad y sostenibilidad del cultivo. El evento fue realizado por ingenieros de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz y con la participación de la Fundación Faro, centro que apoya a jóvenes rurales en busca oportunidades.



Edgar Bello, IA Fedearroz FNA - El Zulia, Norte de Santander

Gira técnica en lotes demostrativos sembrados con variedades Fedearroz en Cúcuta

Ingenieros de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz en articulación con Coagronorte, realizaron en El Zulia (Norte de Santander), una gira técnica con directivos e ingenieros agrónomos, quienes visitaron cuatro lotes demostrativos en las veredas El Amparo, Buena Esperanza, La Javilla y Borriqueros, sembrados con Fedearroz 2000, Fedearroz 2020, FL Fedearroz Itagüa, Fedearroz 776, FL Fedearroz 253 y Fedearroz 828. Se evaluaron aspectos relacionados con el vigor de las plantas, capacidad de macollamiento, estado fitosanitario, manejo del riego, densidad de siembra, nutrición y control biológico implementados, y se entregaron recomendaciones técnicas, para fortalecer la toma de decisiones y optimizar el manejo agronómico de los cultivos.



Daniel Auzaque, IA Fedearroz FNA - Campoalegre, Huila (Escuela AMTEC)

Sesión de la Escuela AMTEC en Campoalegre

Agrónomos de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz realizaron una sesión de la Escuela AMTEC en Campoalegre (Huila), con el fin de socializar las condiciones de un lote arrocero como la madurez del grano, el color y la inclinación de la panícula. Se explicaron, además, los criterios técnicos para usar la cosechadora y las consecuencias de hacerlo fuera del momento óptimo, perjudicando el rendimiento de trilla.



Enrique Saavedra, IA Fedearroz FNA - San Marcos, Sucre

Agricultores de San Marcos asistieron a taller sobre uso y manejo de las variedades de arroz

Agricultores de San Marcos (Sucre) asistieron a un taller organizado por ingenieros de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz sobre el uso y manejo de las variedades de arroz. Se expusieron prácticas de manejo de la nutrición, monitoreos fitosanitarios y variedades de arroz más tolerantes a temperaturas diurnas y nocturnas altas, labores que son determinantes para obtener óptimos resultados en el ciclo del cultivo.



Miguel Buelvas, IA Fedearroz FNA - Majagual, Sucre

En Majagual capacitación sobre planificación de la siembra de arroz bajo condiciones de alta variabilidad climática

Aprendices del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), un grupo de pequeños productores del municipio de Majagual (Sucre), y actores vinculados al sistema productivo de la región de La Mojana, asistieron a una jornada de capacitación orientada por ingenieros de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz sobre la planificación de la siembra de arroz bajo condiciones de alta variabilidad climática y las ventajas de materiales con mayor tolerancia a estrés térmico, déficit hídrico, exceso de humedad temporal y presión fitosanitaria; características fundamentales para las condiciones cambiantes que puede enfrentar esta región.



Enrique Saavedra, IA Fedearroz FNA - Sampedra, Sucre



Enrique Saavedra, IA Fedearroz FNA - Chima, Córdoba

Agricultores de Sampedra y Chima asistieron a sesiones de la Mesa Técnica Agroclimática

En los municipios de Sampedra (Sucre) y Chima (Córdoba) se llevaron a cabo dos sesiones de la Mesa Técnica Agroclimática donde se entregaron recomendaciones para un manejo eficiente del cultivo frente a los cambios climáticos, explicando que en los lotes altos se debe garantizar el agua de riego suplementario, cuando se presente estrés hídrico y usar variedades como Fedearroz 70 y Fedearroz 2020. En cuanto a los lotes bajos se recomendó mantener una buena humedad y usar variedades como Fedearroz 67 y Fedearroz 2000. Los eventos fueron realizados por ingenieros de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz.

CESAR



Baldomero Puentes, IA Fedearroz FNA - Valledupar, Cesar

En Valledupar: seminario sobre la predicción del clima

En las instalaciones de la seccional de Fedearroz en Valledupar (Cesar), ingenieros de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz realizaron un seminario sobre la predicción del clima, insumo importante para planificar las siembras, escoger variedades e implementar un manejo agronómico y sanitario adecuado. Los asistentes fueron capacitados en aumento de las temperaturas mínimas y máximas, y disminución de las precipitaciones, lo que podría incrementar el estrés del cultivo y favorecer la aparición de enfermedades.

TOLIMA



Nelson Amezcua, IA Fedearroz FNA - Saldaña, Tolima FNA

Estudiantes de UniEspinal se capacitaron en el desarrollo del programa de mejoramiento genético

Un grupo de estudiantes de la Institución Universitaria de El Espinal - UniEspinal visitaron el centro Experimental Las Lagunas en Saldaña (Tolima) donde profesionales de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz los capacitaron en el desarrollo del programa de mejoramiento genético de Fedearroz FNA, a través de un recorrido en campo para observar los ensayos establecidos y a su vez identificar las plagas, enfermedades y conocer el manejo agronómico del cultivo.



Gabriel Garces, IA Fedearroz FNA - Saldaña, Tolima

Agricultores de Usosaldaña recorrieron la infraestructura y conocieron la tecnología de Centro Experimental Las Lagunas en Saldaña

Agricultores de Usosaldaña visitaron el Centro Experimental Las Lagunas de Fedearroz en Saldaña (Tolima), donde conocieron los laboratorios, la infraestructura y el trabajo que se viene realizando en generación de nuevas variedades y en las áreas agronómicas de patología y fisiología. Los profesionales de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz los guiaron en la visita al banco de germoplasma y el túnel de calor, el cual permite evaluar genotipos a altas temperaturas y finalmente, recorrieron un lote demostrativo de trasplante mecanizado.



Dario Pineda, IA de Fedearroz FNA en El Espinal, Tolima

Capacitación en El Espinal sobre adaptación al fenómeno de “El Niño”

En El Espinal (Tolima) agrónomos de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz llevaron a cabo una capacitación técnica sobre adaptación al fenómeno de “El Niño” con la participación de agricultores de El Espinal, Saldaña, Ibagué, Venadillo y Neiva, enfocada en presentar las diferentes alternativas de planificación orientadas a mitigar las consecuencias del Cambio Climático. Se sugirió el uso de la variedad Fedearroz 67 como una alternativa, gracias a su tolerancia a altas temperaturas y a la baja disponibilidad de agua.



Hayder Ortiz, IA Fedearroz FNA - Ibagué, Tolima

Capacitación en Ibagué sobre calibración y el correcto uso de la taipa

En Ibagué (Tolima), ingenieros de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz realizaron una capacitación sobre la calibración y el correcto uso de la taipa para las labores de adecuación de suelos, con el fin de mejorar la eficiencia en la preparación del terreno y optimizar el manejo del agua, explicando la importancia de realizar ajustes adecuados al implemento, para garantizar un trabajo uniforme, reducir errores en campo y contribuir al buen desarrollo del cultivo.



Ana Bonilla, IA Fedearroz FNA - Venadillo, Tolima ETC

En Venadillo charla sobre cómo enfrentar el desafío climático

Agrónomos de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz realizaron una charla técnica titulada ¿Cómo enfrentar el desafío climático? en Venadillo (Tolima), donde se socializó información acerca de los pronósticos del fenómeno de “El Niño” el cual plantea aumento de temperaturas y déficit de precipitaciones tanto en la zona plana como en las cuencas. Se compartieron recomendaciones para dar un manejo óptimo a las variedades con las características adecuadas para enfrentar el estrés hídrico y las altas temperaturas diurnas y nocturnas, evitando afectaciones por plagas y enfermedades.



Dario Pineda, IA Fedearroz FNA - El Espinal, Tolima

Estudiantes de UniLlanos y UniTolima visitaron Centro de Gestión del Recurso Hídrico en El Espinal

Estudiantes de las universidades de los Llanos y del Tolima participaron en una charla en El Espinal (Tolima), donde conocieron los servicios de la Federación y del Centro de Gestión del Recurso Hídrico de Fedearroz. Los ingenieros de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz destacaron la importancia del diagnóstico de las propiedades físicas del suelo y los factores que pueden afectar el rendimiento del cultivo, y compartieron las recomendaciones en preparación y adecuación de suelos, diseño de riego y frecuencias de riego.



Dario Pineda, IA Fedearroz FNA - El Espinal, Tolima

Gira técnica en el Centro de Gestión del Recurso Hídrico en El Espinal con estudiantes de la Universidad de Caldas

Estudiantes de la Universidad de Caldas realizaron una gira técnica al Centro de Gestión del Recurso Hídrico en El Espinal (Tolima) con el fin de conocer el trabajo que allí se realiza, recorrieron el laboratorio de Física e Hidrodinámica de suelos donde observaron muestras de diferentes zonas arroceras del país y el funcionamiento de la casa de malla y el RainOut Shelter, áreas que están enfocadas en desarrollar estudios que permitan caracterizar variedades de arroz más eficientes en el uso del agua.

META



Orley Salas, IA Fedearroz FNA - Puerto López, Meta

Gira de estudiantes de UniLlanos por las instalaciones de la planta de Secamiento, Almacenamiento y Trilla en Puerto López

Estudiantes del programa de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de los Llanos, asistieron a una gira por las instalaciones de la planta de Secamiento, Almacenamiento y Trilla de Fedearroz en Puerto López (Meta) donde conocieron la producción agroindustrial del arroz que incluye secamiento, almacenamiento, y trilla, destacando el manejo del arroz paddy, los parámetros de calidad evaluados en laboratorio (humedad, impurezas y calidad del grano) y los principales productos derivados de la molinería como arroz blanco, cascarilla y harina de arroz. El evento fue realizado por ingenieros de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz.

SANTANDER



Bryan Camacho, IA Fedearroz FNA Sabana de Torres, Santander

En Sabana de Torres, charla sobre manejo nutricional del cultivo

En Sabana de Torres (Norte de Santander) se llevó a cabo una charla técnica sobre el manejo nutricional del cultivo, identificando los momentos críticos en el ciclo del cultivo y la forma correcta de aplicación de los fertilizantes. Se explicó el uso de la plataforma SIFA Web (Sistema Inteligente de Fertilización Arroceras), herramienta que permite la elaboración de planes de fertilización en arroz y facilita la toma de decisiones en campo contribuyendo en la optimización de los costos de fertilización. El evento fue realizado por ingenieros de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz.



Jhonathan Díaz, IA Fedearroz FNA - Granada, Meta

En Granada charla sobre fertilización de acuerdo con las necesidades del cultivo

Agrónomos de Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz realizaron un evento de transferencia sobre la fertilización de acuerdo con las necesidades del cultivo, explicando que fertilizar más no necesariamente significa producir más; agregando que una fertilización mejor planificada puede mantener o mejorar los rendimientos y reducir los costos de producción.

También se indicó la importancia del análisis de suelo como herramienta fundamental para la toma de decisiones y el uso de la plataforma SIFA Web, herramienta que estructura un plan de fertilización más ajustado a las condiciones del lote, definiendo dosis, fuentes y momentos oportunos de aplicación de acuerdo con los requerimientos del cultivo.

FISIOLOGÍA DE MALEZAS TROPICALES Y PROCESOS FISIOLÓGICOS DE HERBICIDAS

Autor: Fabio Augusto Montealegre Sánchez
INGENIERO AGRÓNOMO, MAGÍSTER EN CIENCIAS
FITOTECNIA Y FISIOLÓGIA DE CULTIVOS

Uno de los factores de mayor incidencia que afecta el desarrollo y la producción de los cultivos anuales y perennes, así como la eficiencia de los pastos de regiones cálidas del trópico, es la alta y diversificada población de malezas o arvenses que existe en los terrenos dedicados a estos sistemas de explotación. En Colombia existen muchas especies sin clasificar; en este libro se reportan 186 arvenses asociadas a las áreas agrícolas cálidas.

El sistema de riego por gravedad y el uso agrícola intensivo de los suelos han contribuido a la infestación y a una dinámica agresiva de las poblaciones de malezas, que se incrementa a través de las cosechas y los años. El agua utilizada en la irrigación por canales, acequias y drenajes transporta cantidades incalculables de semillas y estructuras vegetativas que, sumadas al banco de semillas que existe en los lotes, permiten la emergencia de 3 a 5 generaciones de malezas en los cultivos anuales, así como poblaciones sucesivas y permanentes en los potreros y cultivos perennes.

La identificación oportuna de las arvenses o malezas es un factor fundamental para la determinación de umbrales económicos y biológicos, así como para el manejo y control de estas especies. El reconocimiento de las malezas no es una tarea fácil. En el estado adulto, se hace más factible dicha identificación si se observan la inflorescencia y los frutos o semillas. En estados juveniles, como el de plántula, esta labor es mucho más compleja; sin embargo, las plántulas presentan algunos caracteres que permiten una acertada identificación. Para conseguir este objetivo, no debemos depender de la utilización de un único carácter, sino tener en cuenta varios de ellos.

El presente estudio se orientó a identificar, describir y crear descriptores de caracteres morfológicos sobre órganos de las plantas de arvenses, como hojas, vainas y tallos, con énfasis en el estado de plántula y con el soporte de una revisión botánica y taxonómica en las fases vegetativa y reproductiva.

Como complemento a la identificación, se revisaron e incluyeron otros temas ecomorfofisiológicos, con el objetivo de entender con mayor facilidad y claridad los procesos de vida que realizan las malezas y los cultivos durante su germinación, crecimiento, desarrollo, floración y fructificación. Para comprender estos procesos vitales, hay que estudiar las células, la fisiología de las plantas, las respuestas de las malezas y de los cultivos cuando son tratados con herbicidas y su metabolismo en los eventos de contacto, absorción y translocación.



NOVEDADES BIBLIOGRÁFICAS



Revista: Revista Agricultura de las Américas
Edición: Julio 2026
Editor: Medios & Medios

CUIDAR LOS CULTIVOS Y PREVENIR LAS PÉRDIDAS

La Federación Nacional de Arroceros -Fedearroz-, que administra el Fondo Nacional del Arroz, entregó una completa compilación de recomendaciones técnicas y agronómicas para la protección de los cultivos de arroz ante los efectos del cambio climático, en las diversas regiones donde se cultiva el cereal. Como ya lo han informado las autoridades mundiales e instituciones expertas locales en meteorología, el fenómeno de El Niño ya está afectando las zonas tropicales de América Latina y el Caribe, con gran presencia en las regiones agrícolas colombianas. Ante sus inminentes efectos negativos, el Gobierno nacional, los gremios y el Ideam han alertado a los productores agropecuarios a observar y llevar a cabo diversas actividades y acciones a fin de evitar desastres naturales ocasionados por el incremento de las temperaturas y la disminución del cauce de las fuentes hídricas.



Revista: Revista Nacional de Agricultura
Edición: Junio 2026
Editor: Sociedad de Agricultores de Colombia - SAC

EL NUEVO GOBIERNO Y LOS RETOS PARA EL CAMPO COLOMBIANO

Las propuestas del presidente electo representan un paso importante para cerrar algunas de las brechas más profundas que afectan al sector agropecuario y a las zonas rurales. El nuevo cuatrienio gubernamental es una oportunidad para saldar algunas de las deudas que el Estado mantiene con la ruralidad y el sector agropecuario. Durante años, el sector ha demostrado una resiliencia inigualable: garantiza la seguridad alimentaria de 50 millones de colombianos y es un motor clave de la economía nacional, incluso cuando enfrenta importantes retos en materia de bienes públicos, una alarmante informalidad laboral y constantes amenazas a la seguridad. El presidente electo presentó en su momento una serie de propuestas para transformar el campo colombiano. A continuación, presentamos un análisis de estas iniciativas a la luz de nuestro documento: "43 caminos para cumplirle al campo".

https://sac.org.co/wp-content/uploads/2026/07/Revista-SAC-1070_digital-final.pdf



Revista: Corpcom
Edición: Junio 2026
Editor: Corporación de Industriales Arroceros del Ecuador

MERCADO MUNDIAL DEL ARROZ ENTRE LA ABUNDANCIA Y LA INCERTIDUMBRE

El mercado internacional del arroz atraviesa actualmente una etapa compleja, marcada por fuerzas contrapuestas que mantienen los precios en un delicado equilibrio. Según el análisis de Patricio Méndez del Villar, investigador y especialista en el mercado global arrocero, las recientes variaciones de precios no obedecen a una sola causa, sino a la convergencia de factores productivos, climáticos y geopolíticos.

Entre febrero y marzo, los precios internacionales del arroz registraron una ligera disminución de entre 3% y 5%. Parte de esta corrección estuvo asociada al impacto de las tensiones geopolíticas derivadas de la nueva guerra en el Golfo. Sin embargo, el ajuste ha sido moderado en comparación con la fuerte caída observada en noviembre del año pasado, cuando el ingreso de las principales cosechas asiáticas generó un importante excedente de oferta exportable.

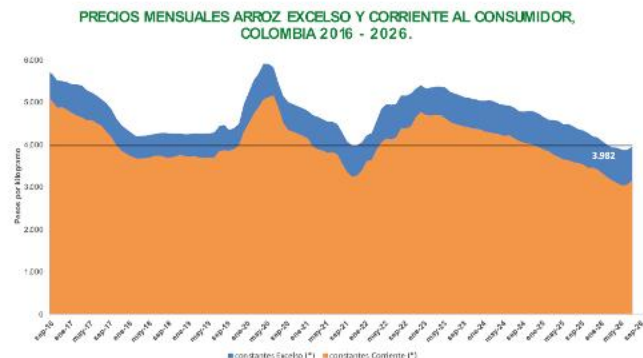
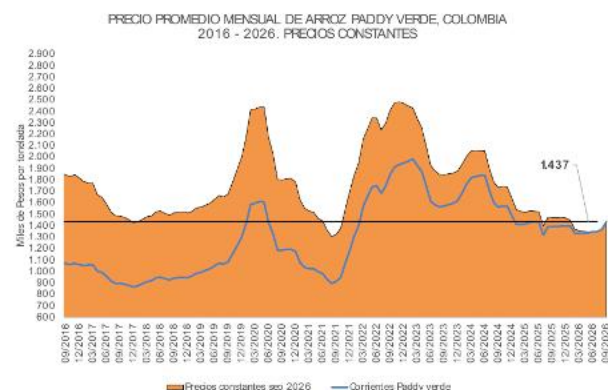
<https://corpcom.com.ec/>

PRECIO PROMEDIO DE ARROZ Y SUS SUBPRODUCTOS PARA EL MES DE SEPTIEMBRE*

SECCIONAL	PADDY VERDE*	BLANCO EMPACADO*	CRISTAL*	GRANZA*	HARINA*	CONSUMIDOR primera
Cúcuta	1.451	3.400	1.811	1.487	1.304	3.853
Espinal	1.504	3.544	1.680	1.300	1.426	3.743
Ibagué	1.552	3.544	1.680	1.250	1.365	3.731
Montería**	1.350	3.040	-	-	-	4.267
Neiva	1.506	3.544	1.470	-	1.420	3.726
Valledupar	1.415	3.480	1.300	1.555	1.155	3.848
Villavicencio	1.386	3.512	1.500	1.200	1.000	4.106
Yopal	1.344	3.560	1.400	1.220	1.000	4.459
Colombia	1.437	3.435	1.461	1.258	1.199	3.982

*Cifras en miles de pesos

**En la presente edición no se reportan precios de subproductos para la ciudad de Montería



*Precios promedio de la primera semana de septiembre de 2026

ARROZ CON CAMARONES

4-5 PORCIONES

INGREDIENTES

2 tazas de arroz
3 cucharadas de aceite
½ taza de cebolla larga picada
1 taza de tomate maduro picado
½ taza de pimentón picado en tiritas
1 cucharadita de ajo finamente picado
½ taza de ají dulce picado
Sal, pimienta y comino al gusto
¼ taza de pasta de tomate
4 tazas de agua
2 libras de camarón

PREPARACIÓN

En la olla donde se va a preparar el arroz, caliente el aceite y haga el sofrito con la cebolla, tomate, pimentón, ajo y ají dulce; agregue sal, pimienta y comino al gusto.

Por último, agregue el arroz y la pasta de tomate disuelta en el agua caliente, deje cocinar hasta que seque.

Añada los camarones, revuelva y baje el fuego, tape el arroz y cocine de 15 a 20 minutos hasta que esté.

Debe quedar un poco mojado.



**PROTEJAMOS
NUESTROS
CAMPOS
Y JUNTOS
RECOLECTEMOS
LOS ENVASES**



**RESPONSABILIDAD
COMPARTIDA**

