



# Ahorrar agua sin afectar los rendimientos, una meta posible

Eugenio Tascón\*

Puesto que el agua para riego es un recurso cada vez más competido y costoso, es importante hallar formas más eficientes y económicas para su uso. Con este fin se llevaron a cabo ensayos en el CIAT, Palmira, en los cuales se estudiaron diferentes alturas de lámina de agua y frecuencias de riego, en época seca y en época húmeda.

Se trabajó en un suelo pesado (54% de arcilla), con alto contenido de materia orgánica, 1.76 g/cc de densidad aparente y 18.3% de agua aprovechable, en parcelas de 50 m<sup>2</sup> de área útil. En general, el ensayo se manejó con la tecnología corriente en el CIAT (fanguero, semilla pregerminada, fertilización, etc).

El agua de riego se midió en canaletas "WSC" (miniparshal) ubicadas en los canales, los cuales estaban revestidos de plástico al igual que los caballones (Figura 1).

El Cuadro 1 resume el gasto total de agua, así como los rendimientos obtenidos para cada tratamiento.

## Gasto de agua

En la época húmeda los volúmenes requeridos no variaron significativamente entre tratamientos, a excepción del riego por saturación cuyo gasto fue menor; en la época seca resultaron diferentes los tratamientos de 10 y 0 cm. Como se aprecia en la Figura 2, mientras en la época húmeda el agua aplicada sólo representó un 50% del agua total requerida, en la época seca alcanzó un 70% de ese total.



Figura 1. La cobertura de plástico impide la infiltración del agua, y da mayor precisión a la medida.

Cuadro 1. Gasto de agua y efecto en el rendimiento de algunos tratamientos de riego en arroz, en dos épocas (CIAT, Palmira, 1982).

No.	Tratamiento		Epoca húmeda <sup>1</sup>		Epoca seca <sup>2</sup>	
	Lámina (cm)	Frecuencia (días)	Agua riego (m <sup>3</sup> /ha)	Rendimiento (kg/ha)	Agua riego (m <sup>3</sup> /ha)	Rendimiento (kg/ha)
1	5	3-4	5030	8570	6653	7723
2	5	7	4253	7687	6616	7262
3	10	14	4651	7586	8286	6775
4	0 <sup>3</sup>	7	2092	7586	3828	5917
Promedios			4032	4032	6300	6919

1 Febrero a mayo, 580 mm de precipitación.

2 Junio a octubre, 145 mm de precipitación.

3 Saturación.

\* I.A. Capacitación Científica/Arroz, CIAT

## Rendimientos

Durante la época húmeda los rendimientos fueron superiores a los de la época seca y no variaron significativamente entre tratamientos, como sí ocurrió en la época seca; en este caso la lámina de 5 cm (ambas frecuencias) produjo rendimientos superiores a las de los riegos por saturación y de 10 cm, si bien las diferencias en este último caso no fueron significativas.

En relación con los componentes del rendimiento, en época húmeda se observó una reducción en el número de panojas con la lámina de 10 cm y en el peso de los granos por panoja en el riego por saturación. En la época seca hubo diferencias en cuanto a tamaño de las panojas y peso de 1000 granos.

En invierno las plantas alcanzaron en promedio un tamaño 7.26 cm mayor que en verano sin que hubiesen habido variaciones entre los Tratamientos 1, 2 y 3; en el Tratamiento 4 (saturación) el tamaño de las plantas fue estadísticamente menor.

El tratamiento por saturación alargó el ciclo del cultivo en ambas épocas como también lo hizo el riego de 20 cm en la época seca, debido posiblemente a que la frecuencia de 14 días fue insuficiente para satisfacer las necesidades de agua de las plantas.

## La mejor alternativa económica

Para el agricultor no sólo es importante obtener buenas cosechas sino especialmente una buena retribución a su trabajo e inversión. Por lo tanto, para seleccionar entre los tratamientos estu-

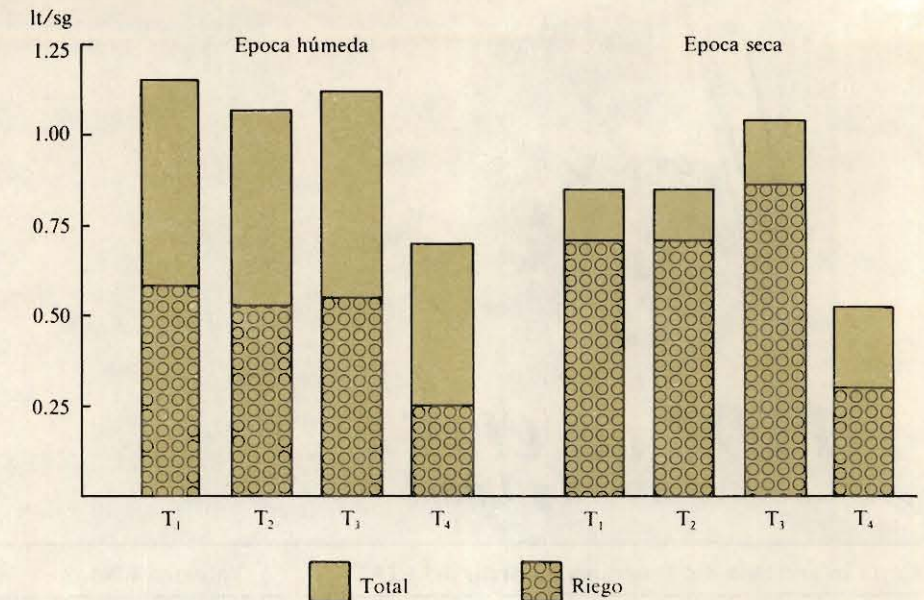


Figura 2. Agua requerida y aplicada para cada tratamiento, en épocas seca y húmeda.

diados el más aconsejable económicamente, es útil conocer en cada caso la relación beneficio/costo, esto es, la ganancia bruta obtenida por cada peso invertido.

En el Cuadro 2, elaborado con los resultados del ensayo y con precios correspondientes a diciembre de 1982 para gastos e ingresos, se observa una alta retribución a la inversión para todos los tratamientos en la época húmeda; en esta época el mejor tratamiento es el riego de 5 cm cada 3-4 días, seguido por el riego de saturación. En la época seca resultaron más rentables los riegos de 5 cm.

En un análisis de sensibilidad económica al cambio en el valor del agua, que se hizo para los Tratamientos 1 (5 cm) y 4 (saturación), al estudiar valores entre

0.015 y 0.12 US\$/m<sup>3</sup>, el riego por saturación superó al de 5 cm de lámina en la época húmeda a partir de un costo de 0.04 US\$/m<sup>3</sup>, mientras que en la época seca el de 5 cm superó el de saturación en todos los niveles de precio estudiados.

En resumen, los resultados de este ensayo confirman que el agua de riego se puede reducir a niveles inferiores a 1 lt/sg (ver Figura 2) cuando se siembra por fanguero en suelos pesados, especialmente si es en época lluviosa; además indican como el sistema más eficiente para el riego del arroz, la aplicación de láminas de 5 cm una a dos veces por semana. Sin embargo, el costo del agua es uno de los factores más importantes en la selección del sistema de riego que permita los mejores resultados económicos.

Cuadro 2. Resultados económicos de cuatro tratamientos de riego en arroz (CIAT, Palmira, 1982).

No.	Tratamiento		Epoca húmeda				Epoca seca			
	Lámina (cm)	Frecuencia (días)	Costo total <sup>1</sup> (\$ col)	Ingreso bruto <sup>2</sup> (\$ col)	Ingreso neto (\$ col)	Relación B/C	Costo total <sup>1</sup> (\$ col)	Ingreso bruto <sup>2</sup> (\$ col)	Ingreso neto (\$ col)	Relación B/C
1	5	3-4	86,699	162,440	75,441	1,867	88,231	146,374	58,043	1,659
2	5	7	84,539	146,962	62,423	1,726	87,512	140,366	52,854	1,604
3	10	14	84,368	143,777	59,409	1,704	88,919	128,407	39,488	1,444
4	0	7	81,107	143,783	62,726	1,773	80,933	112,150	31,217	1,386

1 Incluye arrendamiento de la tierra, costo del agua, e interés de capital. Datos correspondientes a tres siembras en el CIAT, en 1982.

2 Precio de venta: 18.953 \$/t. Cambio: 70 \$col/US\$

# El complejo simbiótico *Azolla-Anabaena*: una fuente de nitrógeno para el arroz

Luis Eduardo Medina\*  
José Ancízar Arenas\*

La sustitución de fertilizantes químicos por especies o productos biológicos es una sugestiva posibilidad también para el arroz. En los suelos inundados de los arrozales se encuentran organismos que tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico, como son algunas algas verdes azules, bacterias que viven alrededor de las raíces del arroz (en la rizosfera) y el alga *Anabaena azollae* en su simbiote el helecho *Azolla* sp.

El uso de *Azolla* como fertilizante en arroz se describe en la literatura china desde el año 540 de esta era; China y Vietnam son países con una larga trayectoria en este cultivo.

## El complejo *Azolla-Anabaena*

*Azolla* es un género de pequeños helechos acuáticos pertenecientes a la familia Azollaceae, del cual se conocen en nuestro medio las especies *A. filiculoides*, *A. caroliniana* y *A. microphylla*. La planta tiene el tallo flotante y las hojas formadas por dos lóbulos, uno superior que flota y uno inferior que está parcialmente sumergido (Figura 1 y Figura 2).

*Anabaena* es el género de un alga verde azul (*A. azollae*), de la familia Cyanophyceae, que se encuentra en las hojas del helecho formando cadenas microscópicas dentro de una cavidad central en los lóbulos superiores (únicamente); el intercambio gaseoso se realiza a través de los poros de estos lóbulos.

Tanto el helecho como el alga poseen su propia clorofila y ambos realizan fotosíntesis.

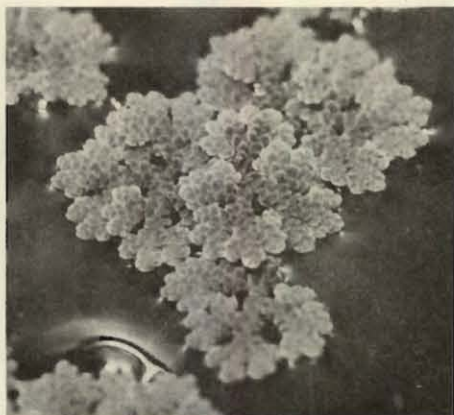


Figura 1. Helecho *Azolla* sp.

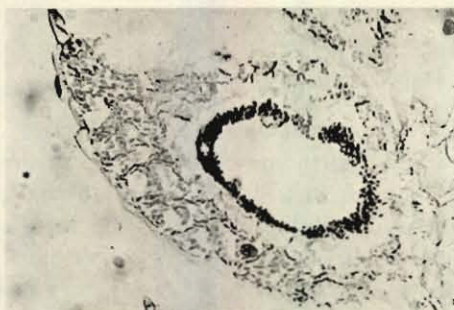


Figura 2. Vista al microscopio del interior del lóbulo superior de una hoja de *Azolla* sp., en el cual se aprecia el alga *Anabaena azollae* (más oscura) alrededor de la cavidad central.

## Posibilidades del complejo

El helecho se puede usar en monocultivo como fuente de abono verde, o asociado con el arroz. Según trabajos realizados en China, cinco toneladas de peso fresco de *Azolla* sembradas en una hectárea de tierra se convierten en corto tiempo (aproximadamente en un mes) en más de 22 toneladas de helecho, lo cual equivale a aplicar 45 kg/ha de N; otros estudios indican que bajo condiciones favorables el *Azolla* se incrementa a una tasa diaria de 1 t/ha.

Para que el cultivo de arroz pueda aprovechar el nitrógeno fijado por el alga, es necesario incorporar el helecho al suelo; esto se hace aplicándole un herbicida o un poco de urea, pisándolo, o retirando la lámina de agua hasta cuando el helecho se fije en el suelo para luego inundar de nuevo.

Además de servir como abono verde, el *Azolla* también ayuda al control de malezas al dificultar su emergencia del agua, como ha ocurrido con algunas de los géneros *Cyperus*, *Polygonum*, y *Echinochloa*. El *Azolla* no compete con el cultivo del arroz si éste se maneja adecuadamente, especialmente en cuanto al uso del agua y a la cantidad de helecho y su época de siembra con respecto a la del arroz.

Es importante desarrollar una tecnología para *Azolla* adecuada a nuestras condiciones de producción, ya que las grandes diferencias existentes con el sistema de producción arrocería en Asia (menor mecanización, mayor uso de mano de obra, siembra por trasplante en ese continente) no permiten la aplicación directa de su tecnología en nuestro medio. Necesitamos encontrar formas prácticas para sembrar el helecho en el campo, manejarlo adecuadamente e incorporarlo oportuna y económicamente.

El CIAT está realizando investigaciones para generar esa tecnología; con ella espera disminuir los costos de producción del arroz e incrementar sus rendimientos, preservando a la vez los recursos energéticos y ecológicos de su área de acción.

\* Estudiantes de tesis, Universidad Nacional Palmira, en el Programa de Arroz del CIAT.

## Notas del Coordinador

*Puesto que las malezas son un enemigo común en los arrozales de América Latina, es importante aunar esfuerzos para luchar contra ellas, mediante estrategias que permitan aprovechar las experiencias de todos, ajustándose a la vez a las circunstancias particulares de cada localidad.*

*En la primera reunión de trabajo latinoamericana sobre malezas en arrozales que realizaremos en el CIAT del 31 de octubre al 4 de noviembre, esperamos discutir esta idea con los colegas de la región. Analizaremos la situación actual del problema en cada país, constituiremos una red de profesionales dedicados a la investigación científica y aplicada de ese problema y sentaremos las bases para un plan de acción coordinado, que permita aprovechar mejor los recursos humanos y técnicos de los propios países en favor de un objetivo común: combatir las malezas para producir más alimentos.*

*Esperamos que las ideas, el entusiasmo y los conocimientos de todos hagan posible la obtención de ese objetivo.*

Joaquín González F.

## Se inició el Programa de Capacitación CIAT, 1983

Agronomía y Mejoramiento Varietal son las especialidades escogidas por los siete profesionales de Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, Panamá y Perú que iniciaron el 20 de mayo su programa de capacitación en arroz, en el CIAT.

El 11 de julio se les unieron otros 20 colegas procedentes de Brasil y Colombia, con el fin de participar conjuntamente en la fase multidisciplinaria del programa. *Arroz del CIAT y América Latina* presenta a todos su saludo de bienvenida.

## Nueva variedad de arroz en Brasil

Con el nombre de INCA, la Empresa de Pesquisa Agropecuária do Minas Gerais (EPAMIG) ha entregado a los agricultores de ese estado una nueva variedad de arroz, resultado de cuatro años de ensayos con la línea 4440 del programa ICA-CIAT.

De acuerdo con las observaciones realizadas hasta ahora por EPAMIG, en Minas Gerais INCA aventaja en rendimiento a IR 841 e IAC 899, los cultivos más importantes en la región; su comportamiento con respecto a las enfermedades principales es bueno, ya que no ha presentado ataque de piricularia y se ha mostrado más tolerante a mancha parda que IR 841; su resistencia al vuelco es normal.

Recuérdese que la línea 4440 es en Colombia, Panamá, México y Venezuela la variedad CICA 8, y en Paraguay es la variedad Adelaida 1.

## Publicaciones

**"International Upland Rice Newsletter"**. Cada cuatro meses, los profesionales vinculados a la investigación de arroz de secano podrán recibir información sobre el estado actual de ese sistema de cultivo en el mundo, y sobre la tecnología disponible en los centros experimentales nacionales e internacionales a través de este boletín, cuyo primer número acaba de publicar el IRRI (International Rice Research Institute).

Esta publicación, cuyo propósito es más informativo que científico, surgió de una recomendación de la reunión de centros de investigación en arroz de secano efectuada en octubre 4-9 del año pasado en Bouake, Costa de Marfil, y pretende servir como vínculo entre los científicos de ese ramo, de quienes espera colaboración.

El IITA (International Institute of Tropical Agriculture) en Ibadán, Nigeria, traducirá al francés el boletín (publicado en inglés por el IRRI) y lo distribuirá en África.

Las colaboraciones y las solicitudes de suscripción se deben enviar al IRRI, P.O. Box 933, Manila, Filipinas.

**En Guatemala.** El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) acaba de publicar su Folleto Técnico 22 "El cultivo de arroz", preparado por el Ing. W. Ramiro Pazos.

Este folleto no sólo provee importante información para agricultores y asistentes técnicos sobre la situación del arroz en el país, sino que les presenta las observaciones y recomendaciones surgidas de los trabajos experimentales del ICTA en sus centros de investigación y en fincas de agricultores colaboradores.

**En el CIAT.** Se acaba de reimprimir "El impacto de las variedades de arroz con altos rendimientos en América Latina con énfasis en Colombia", publicado en 1977.

En 150 páginas este libro da una visión general de la producción y comercialización del arroz en la región entre 1950 y 1974, a la vez que analiza el impacto que han tenido las variedades de alto rendimiento en la economía no sólo del productor sino del consumidor de bajos ingresos.

Precio en US\$:

- 4.50 en el CIAT
- 6.50 en Colombia (incluye porte aéreo)
- 9.50 para otros países americanos (incluye porte)
- 11.50 para el resto del mundo (incluye porte).

Arroz del CIAT y América Latina es una publicación del Programa de Arroz y de la Unidad de Comunicaciones e Información del CIAT.

Comité Editorial:  
Joaquín González, Elías García y  
Eugenio Tascón  
Edición: Ana Lucía de Román  
Producción: Artes Gráficas del CIAT

El contenido se puede reproducir citando la fuente.