

RENDIMIENTO DE ARROZ BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE SUELO EN LA APLICACIÓN DE UREA Y MOMENTOS DE INICIO DE RIEGO, Y SU ANÁLISIS ECONÓMICO

Luciana G. Herber¹; Juan F. Moulin²; Alejandro F. Kraemer³

Palabras clave: *Oryza sativa*, eficiencia uso urea, manejo de riego, eficiencia económica urea.

INTRODUCCIÓN

Las condiciones bajo las cuales se aplica el fertilizante nitrogenado (aeróbicas/anaeróbicas) influyen sobre la dinámica de este elemento dentro de la matriz del suelo. Determinando que porcentaje del mismo va a ser aprovechado por el cultivo, perdido por volatilización, nitrificación-des nitrificación, escorrentía o lixiviación.

El objetivo del trabajo fue medir la eficiencia de la urea aplicada en diferentes condiciones de suelo y con diferentes manejos de agua, a través del rendimiento del cultivo de arroz, y analizar los impactos económicos de las distintas eficiencias de aprovechamiento logradas.

MATERIALES Y METODOS

Los ensayos se llevaron a cabo dos años consecutivos en el campo experimental de la EEA INTA Corrientes. La variedad sembrada fue EMBRAPA 7 Taim a una densidad de 90 kg/ha. La fertilización de base fue de 250 Kg/ha de 1,5-15-40 y la fertilización nitrogenada fue de 200 kg/ha urea aplicada al voleo en inicio de riego del arroz (V4). La aplicación de urea se realizó bajo tres condiciones de suelo diferentes: suelo seco (S), barro (B) y suelo inundado (A), y combinado a su vez con diferentes días de demora en el inicio del riego. En la Tabla 1 se presentan los tratamientos estudiados.

Tabla 1: Tratamientos estudiados según condición de aplicación de N y manejo del riego.

Tratamientos	Aplicación de N ¹	Riego ²
S/1	seco	1 DDAU
S/3	seco	3 DDAU
S/6	seco	6 DDAU
S/9	seco	9 DDAU
S/12	seco	12 DDAU
B/3	barro	3 DDAU
B/6	barro	6 DDAU
A/RC	Inundado	riego continuo desecamiento + re-inundación a los
A/S10	inundado	10 DDAU

*1: Condición de suelo al momento de aplicación de la urea

*2: Inicio del riego - Días Después de Aplicada la Urea (DDAU)

¹ Ingeniera Agrónoma, (Mag). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Ruta 12 Km 1008 (3400) Corrientes Argentina. herber.luciana@inta.gob.ar

² Ingeniero Agrónomo, (Mag). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

³ Ingeniero Agrónomo, (Mag). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

RESULTADOS Y DISCUSION

En el **Gráfico 1** se presentan los rendimientos de los distintos tratamientos estudiados. Los mayores rendimientos se obtuvieron cuando la urea se aplico sobre suelo Seco y se completó el riego del lote antes de los 6 DDAU (Tratamientos S1, S3, S6). Este manejo permite lograr hasta un **14 %** de rendimiento más sobre el resto de las condiciones de aplicación de la urea. Estos resultados coinciden con los presentados por Mendoza Duarte (2006), quien concluye que la urea aplicada previo a la inundación de arroz proporciona mayor eficiencia del fertilizante aplicado. Con respecto a la eficiencia del fertilizante aplicado, en los tratamientos S1, S3 y S6 se logró en promedio 30 kg grano/kg urea aplicada mientras que en el resto de los tratamientos logro solo 23 kg grano/kg urea aplicada.

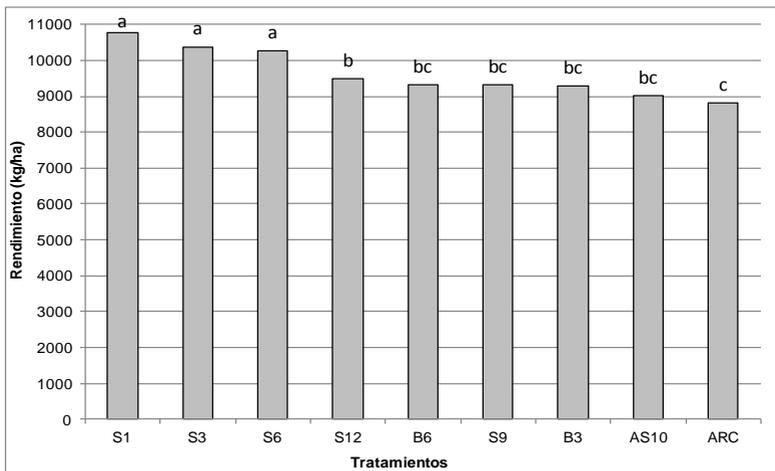


Gráfico 1.- Rendimiento (Kg/ha) ($p < 0,0001$)

La menor eficiencia de uso de fertilizante hallada en este ensayo coincide también con datos de varios trabajos realizados por Bouwmeester et al., (1985); Reynolds & Wolf (1987); Burch & Fox (1989) y De Datta (1995) quienes plantearon que aplicaciones de fertilizantes con humedades de suelo próximas a saturación o saturados predispone a mayores pérdidas por volatilización en relación a otros sistemas de cultivos bien drenados.

Tanto el efecto año como el efecto tratamiento fueron significativos, ambos con valores de $Pr > F < 0,0001$. La interacción año X tratamiento no fue significativa ($Pr > F 0,2856$).

En el **Gráfico 2** se presentan los factores de rendimiento analizados (Panojas/m², Granos llenos/panaja y % de vano). El Número de Panojas/m² fue similar para todos los tratamientos estudiados, los mayores rendimientos estuvieron explicados por un mayor número de Granos llenos/panaja en los tratamientos S1, S3 y S6. El porcentaje de vano estuvo entre 7 y 11 % dependiendo del tratamiento. No hubo diferencias significativas entre tratamientos para peso de 1000 granos, siendo el peso promedio de 24 gramos.

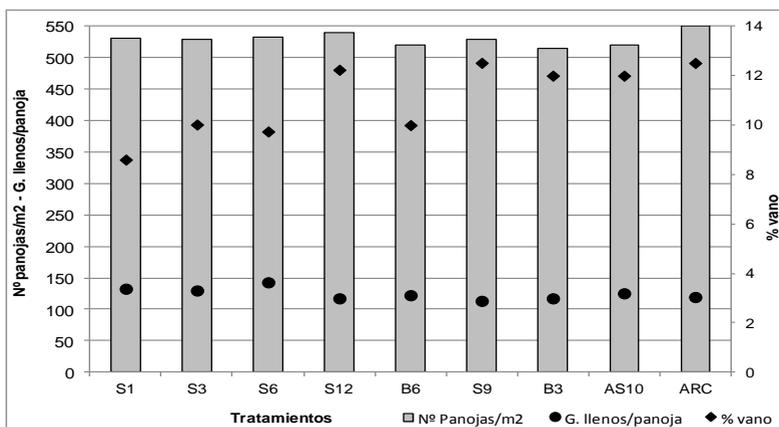


Gráfico 2.- Número de Panojas/m², Granos Llenos/panoja y Grano vano.

Análisis económico de los resultados obtenidos: ¿Cuánto cuesta regar mal?

A continuación se propone un ejercicio de análisis del impacto económico de las distintas eficiencias de la urea aplicada logradas con las distintas alternativas de manejo del riego, que se tradujeron en rendimientos también distintos.

Se parte de las diferencias estadísticas de rendimiento presentadas en los resultados del **Gráfico 1**, a partir del cuál se plantean dos escenarios de análisis: i) Escenario A (EA): promedio de los tratamientos S1, S3, y S6. (Aplicación de urea en suelo seco y lote completo con agua antes del sexto día de aplicada la misma) ii) Escenario B (EB): promedio de los tratamientos S9, S12, B3, B6, AS10 y ARC (Aplicación de urea en suelo seco con demora de riego de 9 y 12 días, aplicación de urea en barro, y agua) **Tabla 1**.

Tabla 1.- Diferentes escenarios planteados

Rubro Analizado	Escenario A	Escenario B	Diferencia	Dif. %
Rendimiento Promedio	10.472	9.204	1.268	14 %

Desde esta perspectiva, la eficiencia de la estrategia de riego del EA (urea aplicada en suelo seco y lote completo con agua antes del día 6) fue un 14% más alta que el EB.

Análisis Costos y Márgenes. Para lograr esa mejora de la eficiencia en el manejo del riego esperado en el EA, será necesario mejorar algunos aspectos de la sistematización de la arrocera, como por ejemplo la construcción de “conductores o regaderas”¹ o divisorias de lotes², que faciliten la logística del transporte y la velocidad de distribución de agua. También aumentar la cantidad de taipas bajando su altura para disminuir la cantidad de agua necesaria y lograr una distribución más rápida y una lámina más uniforme. Las

¹ Canales menores que se construyen dentro de los cuadros, transportan el agua dentro de los lotes simplificando la distribución, mejorando la velocidad del riego, aumentando la cantidad de entradas de agua a ambos lados del conductor; además dividen los cuadros evitando que queden paños demasiado grandes que son difíciles de regar. Puede utilizarse más de un conductor por lote según sea el tamaño y las dificultades del relieve. ² Divisorias de lotes o Travesías, taipas que se utilizan para dividir los cuadros y cortan transversalmente las taipas en base al desnivel natural del terreno.

mejoras descriptas suponen un incremento del 29% en el costo del rubro Preparación de suelo y sistematización (65 Dólares Americanos/ha) respecto a la preparación tradicional tomada como base del cálculo (EB). Pero si se observa el impacto de las mejoras propuestas sobre el Costo Directo Total (CDT) por ha de producción su efecto es solamente del 4% **Tabla 2.**

Tabla 2. Resumen de Costos y Márgenes esperados para cada escenario

Rubro Analizado	EA	EB	Diferencia	Dif. %
Preparación de suelo y sistematización USD/ha	290	226	65	29%
Costo Directo Total USD/ha	1.716	1.651	65	4%
Margen Bruto USD/ha	797	558	239	43%

La **Tabla 2** muestra que a pesar del incremento esperado del 4% del CDT, el efecto en los ingresos de los 1.268 kg/ha adicionales logrados con la aplicación de urea en suelo seco y completado con agua el cuadro antes del sexto día (EA), fue suficiente para cubrir las mejoras y, además permitió un aumento del Margen Bruto por hectárea del 43%, si se comparan ambos escenarios.

En la **Tabla 3** se analizan los costos y márgenes en términos incrementales:

Tabla 3. Ingresos, Costos y Márgenes Incrementales

Rubro Analizado	USD/ha
Ingreso Incremental	304,22
Costo Incremental	65
Beneficio Incremental	239
Rentabilidad Incremental	369%

Del mismo surge que la mejora en el aprovechamiento de la urea que se logra cuando se aplica en seco y completa con agua antes del día 6, puede significar una rentabilidad incremental sobre el costo incremental del 369%.

CONCLUSIONES

Con la aplicación de urea en suelo seco y completado el riego en menos de 6 días, se logra obtener la máxima eficiencia de aprovechamiento del N traducido en el máximo rendimiento de cultivo. En el caso presentado, la eficiencia del aprovechamiento de la urea aplicada, del orden del 14% de rendimiento, se tradujo en una mejora del resultado económico del 43%.

En otras palabras, regar mal (demorar mas de 6 días en inundar el lote después de aplicada la urea) puede significar una pérdida económica de hasta 239 dólares por hectárea.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BOUWMEESTER, R. J. B., VLEK, P. L. G., STUMPE, J. M. Effects of environmental factors on ammonia volatilization from a urea-fertilized soil. Soil Sci. Soc. Am. J., v. 49, n. 2, p. 376-381, 1985.
- BURCH, J., FOX R. H. The effect of temperature and initial soil moisture content on the volatilization of ammonia from surface-applied urea, Soil Science, v. 147, n. 5, p. 311-318, 1989.
- DE DATTA, S. K. Principles and practices of rice production. New York: John Wiley & Sons, 1995. 618p.
- MENDOZA DUARTE, F. Perdas de Nitrogênio por volatilização de amônia e eficiência da adubação nitrogenada na cultura do arroz irrigado. Dissertação de Mestrado. Santa Maria, RS, Brasil. 2006.
- REYNOLDS, C. M., WOLF, D. C. Effects of soil moisture and air relative humidity on ammonia volatilization from surfaces-applied urea. Soil Science, v. 143, n. 2, p. 144-152, 1987.