

Efecto del sistema de riego y dosis de fertilización nitrogenada sobre la eficiencia de uso del nitrógeno en arroz.

- Pirchi H.J; Gregori L.A; Crepy M.A; Arguissain G.G.

- EEA INTA C. del Uruguay

Introducción

El sistema de producción arrocero, al igual que el de otros cultivos, está atravesando cambios en las estrategias de manejo para producir grano, estos cambios tienen como objetivo hacer un uso más eficiente de los recursos para incrementar la rentabilidad y transformar al sistema de producción en una actividad cada día más sustentable.

La utilización de nuevas estrategias de riego en el cultivo de arroz es una práctica que está cada vez más difundida ya que es capaz de generar altos niveles de ahorro en el consumo de agua por unidad de superficie. Esta estrategia de manejo, además, generó cambios en el ambiente en el que se desarrolla el cultivo, ya que se pasó de una condición de anaerobiosis durante la mayor parte del ciclo del cultivo a una que alterna períodos de oxigenación en el suelo. Este cambio en el ambiente edáfico tiene consecuencias en la dinámica de los nutrientes, tanto en los que se encuentran en el suelo como en los que se agregan en forma de fertilizantes.

El objetivo de este trabajo es evaluar la eficiencia de uso del nitrógeno aplicado (**EUNA**) como urea en diferentes sistemas de riego.

Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en la EEA del INTA Concepción del Uruguay en la campaña 2013/2014, sobre un suelo de la serie Caseros que es clasificado en general como Peludertes argilodólicos. En el sitio del ensayo se realizó un muestreo de suelo previo a la implantación del cultivo, lo que arrojó la siguiente información: Materia orgánica 1,65%; Nitrógeno total 0,085%; Fósforo 6,6 ppm; Potasio 140 ppm; pH 7,5.

La siembra del ensayo se realizó con una sembradora experimental de 8 surcos distanciados a 0,2 m entre ellos. El cultivar utilizado fue Gurí INTA CL. La fecha de siembra fue el 07/10/2013 con nacimiento el 18/10/2013 y la floración el 24/01/2014. El control de malezas se realizó con Herbadox (Pendimethalin) en pre-emergencia con una dosis de 3 lts/ha y una aplicación a los 20 días post-emergencia de Kifix (Imazapic+Imazapir) con una dosis de 210 gr/ha.

Las aplicaciones de fertilizantes fueron: cloruro de potasio (KCL) en una dosis de 70 kg/ha en post-siembra y urea con aplicación en pleno macollaje (26/11/2013) y dosis según tratamiento [**F1**) 0 kg N/ha – **F2**) 50 kg N/ha – **F3**) 100 kg N/ha].

En el caso del riego del cultivo se utilizaron dos estrategias que corresponden a los tratamientos, “riego convencional” (**RC**) y “control parcial del flujo de agua” (**CPFA**).

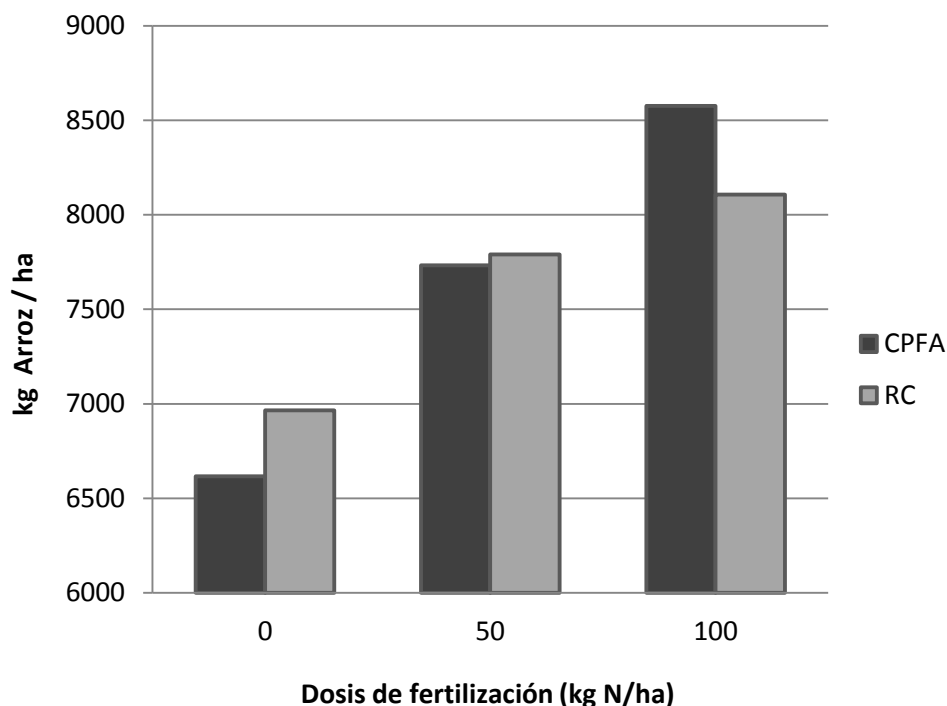
El tratamiento RC implica la inundación del cultivo a los 30-35 días post-emergencia (DPE) y se mantiene esta condición hasta la cosecha del cultivo. En el caso del CPFA consistió en retrasar la inundación del lote hasta la diferenciación de meristemas reproductivos (55-60 DPE) y a partir de aquí mantener la inundación hasta 15 días post-floración, el período previo y posterior a la inundación se regó por pulsos, en donde el cultivo se inunda por sectores y se deja sin regar hasta que el estado hídrico del suelo llegue al 80% de agua útil, siendo esta condición el indicador para volver a regar (Arguissain et. al. 2009).

El ensayo tuvo un diseño en parcelas divididas con bloques completos al azar y cuatro repeticiones, donde la parcela principal fue el sistema de riego y la sub-parcela los niveles de fertilización. Se realizaron muestreos de biomasa aérea y suelo previo y posterior a la fertilización nitrogenada, se analizaron las muestras en laboratorio para determinar las concentraciones de nitrógeno en el suelo como nitrógeno de amonio ($N-NH_4^+$) y nitrógeno de nitrato ($N-NO_3^-$), y para determinar el nitrógeno total en biomasa. Se estimó rendimiento y componentes en una superficie de 2,5 m². Se utilizó el paquete estadístico SAS para el análisis de los datos.

Resultados

El rendimiento mostró una interacción significativa entre las variables riego y fertilización ($p < 0.05$). Esto se debe a que en el riego CPFA la respuesta al agregado de nitrógeno se mantiene a altas dosis del fertilizante, no siendo así en el caso del sistema RC (Gráfico 1). Para el caso de la dosis intermedia de fertilización se observó que los niveles de productividad fueron similares en ambos sistemas de riego. En el máximo nivel de fertilización, el sistema de riego CPFA es el que arrojó el mayor valor de productividad.

Gráfico 1: Rendimiento en granos para los dos sistemas de riego (CPFA–RC) y los tres niveles de fertilización (0-50-100 kg N/ha).



En el análisis de los componentes de rendimiento se observó que el mayor número de panojas por m^2 y el menor porcentaje de vaneo, son las variables que explican el aumento en los niveles de productividad del tratamiento de 100 kg N/ha con el sistema de riego CPFA (Tabla 1).

Tabla 1: Componentes de rendimiento para los dos sistemas de riego y la dosis máxima de fertilización nitrogenada.

	Panojas/m ²	% Vaneo	Rendimiento (kg/ha)
CPFA – 100 kg N/ha	605	19,4	8577
RC – 100 kg N/ha	555	25,8	8107

La EUNa se expresa en kg de arroz producido por kg de nitrógeno agregado como fertilizante. Las dosis crecientes de fertilización no mostraron diferencias significativas en este valor, a pesar de que se observa una disminución de la eficiencia con el aumento de la dosis de fertilizante (Tabla 2). Los sistemas de riego marcaron una diferencia significativa en este parámetro, registrándose los mayores valores de EUNa en el riego CPFA con un promedio de 22,6 kg de arroz / kg de nitrógeno aplicado.

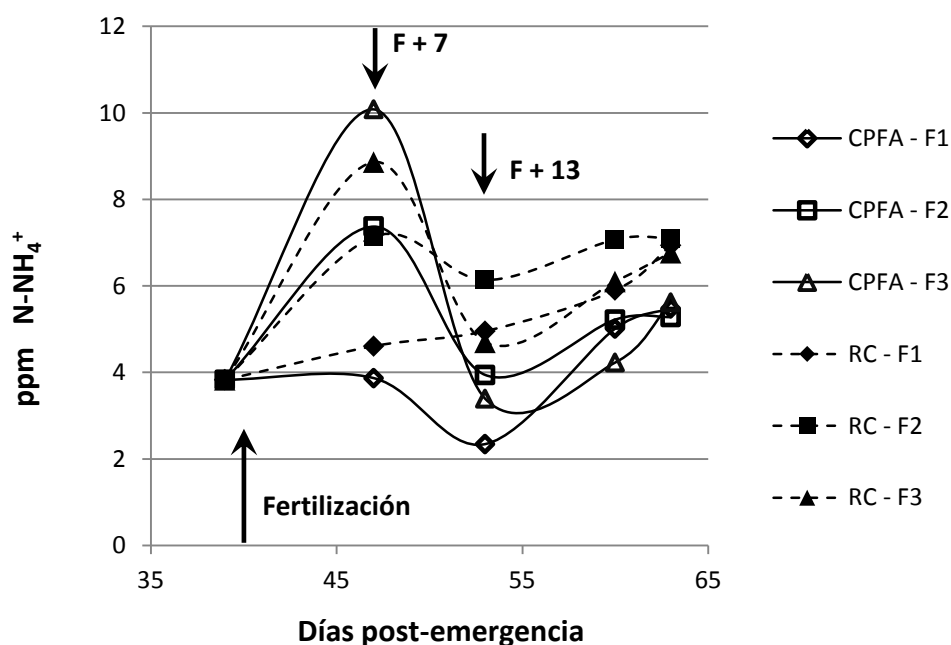
Tabla 2: Eficiencia de utilización del fertilizante nitrogenado en arroz expresado en kg de arroz / kg de nitrógeno agregado.

Dosis de fertilización	Sistemas de Riego	
	RC	CPFA
50 kg N/ha	16.49	24.6
100 kg N/ha	13.11	20.59
Promedio	14.8 b	22.6 a

(Letras distintas en las filas marcan diferencia significativa ($p < 0.05$))

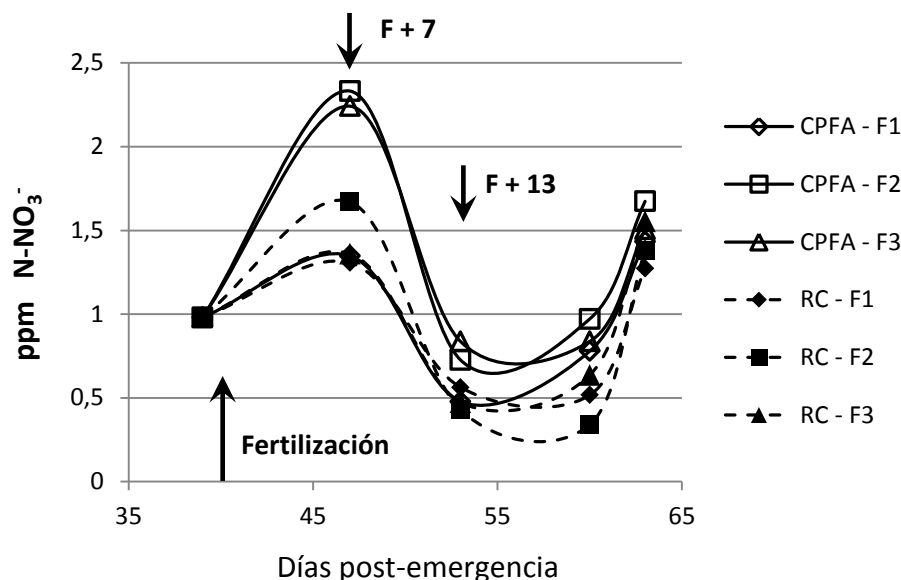
En los resultados de los análisis de suelo se observó que a los siete días de la fertilización (**F+7**) se generó un incremento en la concentración de $N-NH_4^+$ que varía en su magnitud dependiendo de la dosis de fertilizante y del sistema de riego utilizado. Seis días después de esta observación se realizó otro muestreo de suelo (**F+13**) que dejó ver cuál fue la caída en la concentración del NH_4^+ como consecuencia del consumo por parte del cultivo y las pérdidas propias del sistema. Aquí se observó que aquellos tratamientos de fertilización que se encontraban bajo el sistema de riego CPFA tuvieron una disminución más marcada en el contenido de NH_4^+ del suelo (Gráfico 2).

Gráfico 2: Evolución temporal de la concentración (ppm) de $N-NH_4^+$ en el suelo.



En cuanto al contenido de $N-NO_3^-$ que se registró, en las mismas muestras de suelo, las concentraciones fueron muy bajas (promedio 1,7 ppm de $N-NO_3^-$). Solo se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) entre sistema de riego CPFA y RC en el muestreo **F+7** (Gráfico 3). Estos resultados indican una situación favorable para mejorar la EUNa, ya que existen evidencias de que en presencia de NO_3^- en el suelo se mejora la captura del NH_4^+ por parte de las plantas de arroz (Kronzucker et. al., 1999).

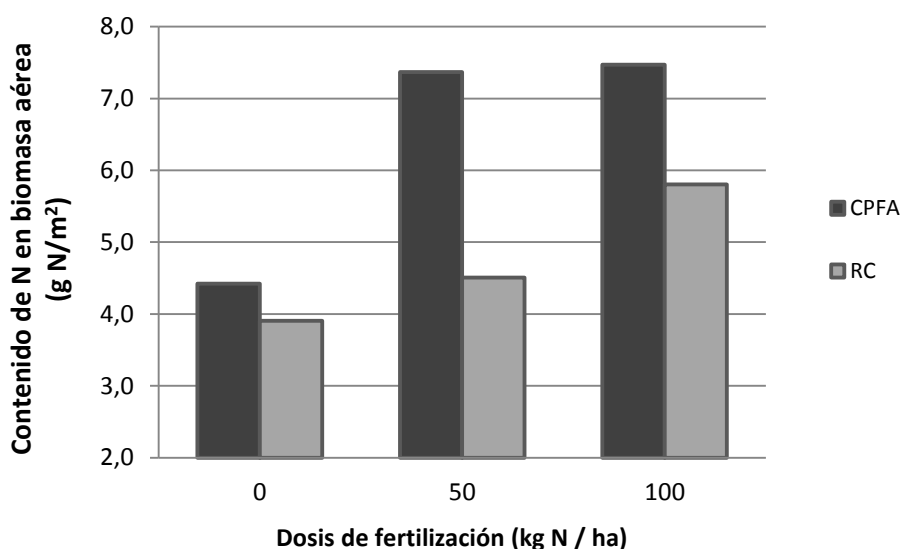
Gráfico 3: Evolución temporal de la concentración (ppm) de $N-NO_3^-$ en el suelo.



Para poder responder si la caída en el contenido de NH_4^+ se debió al consumo por parte del cultivo, se realizaron muestreos de biomasa aérea para analizar el contenido de nitrógeno en planta (Gráfico 4). El resultado que arrojó el análisis es que en las muestras que provenían del sistema de riego CPFA se encontraron las mayores concentraciones de nitrógeno. Esto deja de manifiesto que la mayor caída en el contenido de $N-NH_4^+$ del suelo se explica en gran medida por un mayor nivel de captura del nitrógeno por parte del cultivo.

En el sistema de riego CPFA la inundación no es continua, esto favorece el desarrollo y la actividad del sistema radicular en arroz (Liu et. al., 2013). Este comportamiento de la planta de arroz es fundamental para aumentar la eficiencia en la captura del nitrógeno aplicado con el fertilizante.

Gráfico 4: Contenido de nitrógeno de la biomasa aérea en el muestreo F+13



Conclusiones

En el sitio experimental utilizado, el sistema de riego CPFA permitió lograr altos niveles de productividad cuando se realiza una fertilización nitrogenada en forma temprana y con dosis elevada.

Los mayores niveles de eficiencia en el uso del nitrógeno se registraron en el sistema de riego CPFA, independientemente del nivel de fertilización evaluado.

El mayor nivel de rendimiento que se registró en el sistema de riego CPFA con la dosis de 100 kg N/ha, se debe a un mayor número de panojas/m² y un menor porcentaje de vaneo.

El sistema de riego CPFA genera condiciones en el ambiente edáfico que permiten al cultivo tener una mayor eficiencia en la captura del nitrógeno aplicado como fertilizante, ya que la disminución del contenido de N-NH₄⁺ del suelo que se registró en el sistema de riego CPFA, está asociada con el mayor contenido de nitrógeno en la biomasa aérea.

Bibliografía

- Arguissain G; Pirchi H.J; Garcia L.
"Sistemas de riego Alternativo para el cultivar Puita INTA CL – Evaluación de lote de producción". Resultados experimentales 2008-2009, Fundación Pro Arroz – INTA. Vol. XVIII: 77-78.
- Herbert J. Kronzucker, Guy J.D. Kirk, M. Yaeesh Siddiqi, and Anthony D.M. Glass.
"Effects of Hypoxia on ¹³NH₄⁺ Fluxes in Rice Roots". Plant Physiol. (1998) 116: 581–587.
- Lijun Liu, Tingting Chen, Zhiqin Wang, Hao Zhang, Jianchang Yang, Jianhua Zhang.
"Combination of site-specific nitrogen management and alternate wetting and drying irrigation increases grain yield and nitrogen and water use efficiency in super rice". Field Crops Research (2013) 154: 226–235.