

La fijación biológica de nitrógeno como fuente de Nitrógeno del arroz irrigado en Cuba.

Olegario Muñiz¹, Rodolfo Castro², Marilyn Biart¹ y Segundo Urquiaga³

¹ *Estación Experimental La Renée, Instituto de Suelos, La Habana, Cuba, e-mail: larenee@ceniai.inf.cu*

² *Estación Experimental Los Palacios, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Los Palacios, Pinar del Río, Cuba, e-mail: rca@inca.edu.cu*

³ *EMBRAPA – Agrobiología, CP 74505, Seropédica, RJ, Brasil, e-mail: urquiaga@cnpab.embrapa.br*

Resumen

A partir de 1996, el país tomó la decisión de estimular la producción de arroz conocida como Arroz Popular, que se realiza a baja escala y con un mínimo de insumos y que en la actualidad constituye la mayor parte del arroz producido. En estas condiciones resulta necesaria la búsqueda de fuentes alternativas de nutrientes con el fin de lograr incrementar este tipo de producción mediante criterios sostenibles. En el caso del cultivo del arroz irrigado, estudios recientes indican que algunas variedades pueden ser beneficiadas en cantidades significativas por la Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN), por lo que resulta перспекivo estudiar en las variedades de arroz irrigado tanto en explotación como en proceso de introducción a la producción en el país, el posible aporte de la FBN. De tal forma que el objetivo del presente trabajo fue cuantificar el potencial de FBN de 6 variedades de arroz irrigado cubanas en explotación actualmente, tres de ciclo medio (J-104, LP-2 e IR-1529) y tres de ciclo corto (IACuba-25, Reforma y LP-5). Con este fin, se tomaron en Abril del 2003 muestras de hojas banderas de cada una de las variedades de arroz en la etapa de la preñez, así como de malezas (gramíneas) cercanas, las que se consideran plantas de referencia no fijadoras. Las muestras se tomaron en áreas de pequeños productores independientes y de una cooperativa (UBPC) de la Granja Cubanacán, Los Palacios, Pinar del Río. La contribución de la FBN asociada a las variedades de arroz fue evaluada mediante la Técnica de la Abundancia Natural de ^{15}N ($\delta^{15}\text{N}$) en los laboratorios de EMBRAPA-Agrobiología, Seropédica, RJ, Brasil.

Los resultados indican que en todos los casos la FBN fue capaz de aportar cantidades significativas del N requerido por el cultivo. Así en el caso de las variedades de ciclo medio, aportaron entre el 25 y 29 %, mientras en las variedades de ciclo corto, entre el 16 y 19 %, del total del N acumulado por las plantas.

LA FIJACIÓN BIOLÓGICA DE NITRÓGENO COMO FUENTE DE NITRÓGENO DEL ARROZ IRRIGADO EN CUBA.

Olegario Muñiz¹, Rodolfo Castro², Marilyn Biart¹ y Segundo Urquiaga³

¹ *Estación Experimental La Renée, Instituto de Suelos, La Habana, Cuba, e-mail: larenee@ceniai.inf.cu*

² *Estación Experimental Los Palacios, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Los Palacios, Pinar del Río, Cuba, e-mail: rca@inca.edu.cu*

³ *EMBRAPA – Agrobiología, CP 74505, Seropédica, RJ, Brasil, e-mail: urquiaga@cnpab.embrapa.br*

Introducción.

El arroz es un cultivo de importancia estratégica para Cuba, por ser el de mayor incidencia en los hábitos alimentarios de la población. Actualmente se cultivan en el país un total de 200000 ha tanto en áreas “especializadas”, esto es, que cuentan con infraestructura y tecnología para su explotación, como en áreas “no especializadas”, donde la producción se realiza a baja escala y un mínimo de insumos por agricultores independientes y cooperativistas, conocida como Arroz Popular. A partir de 1996, el Ministerio de Agricultura tomó la decisión de estimular este tipo de producción, la que en la actualidad constituye la mayor parte del arroz producido y la totalidad del que se vende en el Mercado Libre a precios razonables.

En estas condiciones resulta necesaria la búsqueda de fuentes alternativas de nutrientes con el fin de lograr incrementar este tipo de producción mediante criterios sostenibles. En el caso del cultivo del arroz irrigado, estudios recientes indican que algunas variedades pueden ser beneficiadas en cantidades significativas por la Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN). Inicialmente, se atribuyó a la FBN por cianobacterias el ingreso de N al sistema del arroz irrigado (Yamaguchi, 1979), pero más recientemente se determinó que las bacterias heterotróficas tienen un papel muy importante en la entrada del N al sistema. En el arroz irrigado, a pesar de que el ambiente del suelo tiene condiciones reductoras caracterizada por la anaerobiosis, mantiene una zona oxidada alrededor de las raíces con condiciones microaeróbicas y, como es conocido, la mayoría de las bacterias diazotróficas detectadas en la rizosfera del arroz son aeróbicas (Marschner, 1995).

De tal forma que resulta перспекivo estudiar en las variedades de arroz irrigado tanto en explotación como en proceso de introducción a la producción en el país, el posible aporte de la FBN. El objetivo del presente trabajo fue cuantificar el potencial de FBN de 6 variedades de arroz irrigado cubanas en explotación actualmente.

Materiales y Métodos.

Se evaluaron las siguientes seis variedades de arroz irrigado cubanas: J-104, IR-1529 y LP-2 de ciclo medio y Reforma, IACuba 25 y LP-5 de ciclo corto, todas empleadas actualmente por los productores.

Con este fin, en todos los casos se tomaron en Abril del 2003 muestras de hojas banderas en plantaciones de arroz en la etapa de la preñez, así como de malezas (gramíneas) cercanas (al menos dos de éstas últimas en cada caso), las que se consideran plantas de referencia no fijadoras. Las muestras se tomaron en áreas supuestamente no fertilizadas con urea de pequeños productores independientes y de una cooperativa (UBPC) de la Granja Cubanacán, Los Palacios, Pinar del Río, Cuba. Se trata de suelos de textura arenosa Ferric Luvisol, caracterizados por valores medios de pH en KCl de 6.0, contenido de M.O de 1.7 % (método Walkley y Black) y de P₂O₅ y K₂O asimilables de 10 y 14, respectivamente, (método Oniani). Todas las muestras foliares fueron secadas y molidas convenientemente.

La contribución de la FBN asociada a las variedades de arroz fue evaluada mediante la Técnica de la Abundancia Natural de ¹⁵N ($\delta^{15}\text{N}$) (Boddey et al., 1994 y 1995), con el auxilio de un espectrómetro de masa Finnigan Mat, modelo Delta plus, de los laboratorios de EMBRAPA-Agrobiología, Seropédica, RJ, Brasil.

La Técnica de la Abundancia Natural de ¹⁵N ($\delta^{15}\text{N}$), se basa en que el N del suelo se encuentra generalmente enriquecido en el isótopo ¹⁵N en comparación al N del aire (N₂). Este está compuesto por 0.3663 % del isótopo ¹⁵N y el resto por el isótopo ¹⁴N. No obstante, debido a la discriminación isotópica que ocurren durante las transformaciones del N en el sistema suelo-planta, ambos pueden presentar valores de ¹⁵N algo mayores a los encontrados en la atmósfera. Estas variaciones son tan pequeñas que se convenió como unidad : $\delta^{15}\text{N}$, que es la milésima parte de la abundancia natural de ¹⁵N (0.0003663 at % ¹⁵N).

Las especies capaces de obtener del aire la mayor parte del N necesario para su nutrición, presentan valores de $\delta^{15}\text{N}$ bien cercanos a cero, puesto que el N del aire que es el patrón de la técnica posee 0.3663 % de ¹⁵N, o sea, 0 unidades de $\delta^{15}\text{N}$ en exceso. Por otra parte las especies no fijadoras que crecen en el mismo suelo, poseerán valores de $\delta^{15}\text{N}$ más elevados y próximos a los del suelo.

La técnica requiere, por tanto, del empleo de especies de referencia (gramíneas) que crezcan en el mismo suelo, usualmente malezas.

De acuerdo a esta técnica se aplica la fórmula:

$$\% \text{ FBN} = \frac{(\delta^{15}\text{N cultivo de referencia} - \delta^{15}\text{N cultivo estudiado})}{(\delta^{15}\text{N cultivo de referencia} - B)} \times 100$$

donde:

$\delta^{15}\text{N}$ del cultivo de referencia: es el valor de $\delta^{15}\text{N}$ del suelo obtenido a través de las malezas.

$\delta^{15}\text{N}$ del cultivo estudiado: es el valor de $\delta^{15}\text{N}$ del cultivo estudiado, el arroz.

B: es el valor de discriminación isotópica de ¹⁵N hecho por las plantas durante el proceso de FBN. En este caso se consideró igual a cero (0).

Resultados y Discusión.

La Tabla 1 muestra los resultados obtenidos. Se obtuvieron valores que indican que en todos los casos la FBN fue capaz de aportar cantidades significativas del N requerido por el cultivo. Así en el caso de las variedades de ciclo medio, aportaron entre el 25 y 29 %, mientras en las variedades de ciclo corto, entre el 16 y 19 %, del total del N

acumulado por las plantas. Nótese que las 3 variedades de ciclo medio dieron lugar a valores de hasta un 10 % superior y que de forma general se obtuvieron rendimientos agrícolas satisfactorios para las condiciones en que se desarrolló el cultivo.

Tabla 1. Resultados obtenidos con las variedades de arroz evaluadas.

Muestra	Variedad	Ciclo	$\delta^{15}\text{N}$ Arroz	$\delta^{15}\text{N}$ Maleza	Rend. (t/ha)	% FBN
1	IR-1529	Medio	10.49	14.20	3.20	26.12
2	J-104	Medio	10.52	14.72	4.30	28.50
3	LP-5	Corto	11.37	13.99	4.60	18.70
4	Reforma	Corto	15.14	18.03	4.30	16.00
5	IACuba-25	Corto	13.84	16.93	3.00	18.30
6	LP-2	Medio	9.40	12.53	5.00	25.00

Estos resultados confirman los obtenidos por Embrapa Agrobiología en el sentido que la FBN ya viene contribuyendo sensiblemente a la nutrición nitrogenada de este cultivo en Brasil, y con buenas perspectivas de optimizarlo a través del uso de variedades de ciclo intermedio y del mejoramiento genético de plantas. Así, Urquiaga et al., (1991) desarrollaron un estudio preliminar con 40 variedades de arroz irrigado que crecieron en un tanque de 120 m² de área y con 40 cm de profundidad. Los resultados indicaron que la FBN asociativa contribuyó hasta en un 30 % de las necesidades de N del cultivo (entre 30 y 60 kg N.ha⁻¹), estando la variedad IR-42 entre las más promisorias y la IAC 4440 la más ineficiente.

En otro experimento desarrollado en similares condiciones, Campos et al. (1995), encontraron en 6 genotipos de arroz irrigado, contribuciones de la FBN que variaron entre el 2 y el 23 % del requerimiento de N total del cultivo con rendimientos de arroz cáscara mayores a las 6 t.ha⁻¹, esto a pesar de ser el suelo deficiente en N.

Resultados todos que sugieren la importancia de evaluar nuevas variedades y profundizar en el tema, toda vez que el cultivo del arroz en Cuba es de primordial importancia por constituir un alimento de permanente presencia en la dieta del cubano, así como la posibilidad que brinda de la FBN ser una alternativa al uso de los fertilizantes nitrogenados sintéticos de alto costo y con serios riesgos al medio ambiente.

Conclusiones.

1. La Fijación Biológica de Nitrógeno fue capaz de aportar cantidades significativas del N requerido por las variedades de arroz irrigado estudiadas.
2. En el caso de las tres variedades de ciclo medio evaluadas, la FBN aportó entre el 25 y 29 %, mientras que para las variedades de ciclo corto, entre el 16 y 19 %, del total del N acumulado por las plantas.

Recomendaciones.

1. Profundizar en la evaluación del potencial de FBN por las variedades de arroz irrigado cubanas.
2. Realizar estudios que permitan esclarecer los microorganismos del suelo involucrados en el proceso de FBN por las variedades de arroz irrigado cubanas.

Referencias bibliográficas.

BODDEY, R.M.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. 1994. Quantificação da fixação biológica de nitrogênio associada a plantas utilizando o isótopo ^{15}N . In: **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**, eds. Hungria, M. & Araujo, R.S. EMBRAPA-CNPAP, p. 471-494.

BODDEY, R.M.; DE OLIVEIRA, O.C.; URQUIAGA, S.; REIS, V.; OLIVARES, F.L.; BALDANI, V.L.D. & DOBEREINER, J. 1995. Biological nitrogen fixation associated with sugar cane and rice: contributions and prospects for improvement. **Plant and Soil**, v. 174, p. 195-209.

CAMPOS, D.V.B.; RESENDE, A.S.; URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M. 1995. **Identification of wetland rice genotypes with potential for biological nitrogen fixation**. In: International Symposium on Sustainable Agriculture for the Tropics. The Role of Biological Nitrogen Fixation. Abstracts. Angra dos Reis, RJ. P. 242-243.

MARSCHNER, H. 1995. **Nitrogen Fixation**. In: Mineral Nutrition of Higher Plants. Second edition. P. 201-220. academic Press.

URQUIAGA, S.; LOPES, H.F.; QUINTERO, F.O.; BODDEY, R.M. & DOBEREINER, J. 1991. **Identificação de genótipos de arroz inundado com sistema de fixação eficiente**. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, XXIII, porto Alegre. Soc. Bras. Ciencia do solo. P.86. Resumo No. 57.

YAMAGUSHI, M. 1979. **Biological nitrogen fixation in flooded rice fields**. In: Nitrogen and Rice. The International Rice Research Institute, Los Baños, Phillipines, pp.193-206.