

Original

Respuesta productiva de líneas y variedades de arroz bajo diferentes niveles de nitrógeno

Behaviour of yielding and its components of lines and varieties under different levels of nitrogen

Jorge Guerra Rousseaux, Ingeniero Agrónomo, Máster en Ciencias Agrícolas, Esp. Universidad de Granma. Cuba.

Ramón Hernández Oliva, Ingeniero Agrónomo, Máster en Ciencias Agrícolas Esp. Universidad de Granma. Cuba.

Recibido: 16/12/2018 Aceptado: 20/1/2019

RESUMEN

Se estudiaron tres líneas de arroz (10194, 9677 y 10172) bajo el efecto de los niveles 0, 60,101.49 y 144 kg de nitrógeno/ha. En la campaña de frío 2014/2015. Se utilizó un diseño bifactorial en bloques al azar con 16 variantes nitrógeno-variedad y cuatro réplicas. Suelo Hidromórfico, Antrópico, Gleyco y Vértico en profundidad. Se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 0-20 cm, La siembra se realizó a chorrillo en surcos separados a 15 cm. El fósforo y el potasio se aplicaron en siembra a razón de 100 y 60 kg/ha, en tanto el nitrógeno se fraccionó en cuatro aplicaciones. Se alcanzó una eficiencia agronómica más favorable con los niveles de 60,101.49 y 144 kg de nitrógeno/ha. Se obtuvieron resultados económicos favorables y beneficios brutos de 34193.2 y 34394.4 \$/ha, permitiendo aseverar que su aplicación en la práctica productiva se fundamenta agronómica y económicamente.

Palabras clave: Líneas; arroz; nitrógeno

ABSTRACT

The objective of the investigation was to evaluate three lines of medium duration /10194, 9677 and 10721 under the effect of the levels 0, 60,101.49 and 144 kg of nitrogen /ha and IACuba – 30 variety was used as a check, the trial was conducted during 2014/2015 dry season a bifactorial design randomised in blocks with 16 variants nitrogen – variety with four replications was used as well as an Hydromorphic antropico, Gley soil in dept, soil samples were taken to 0-

20 cm of dept. sowing was done in drill in furrows separated to 15 cm. Phosphorous and potassium were applied to 100 and 60 kg/ha, and the nitrogen was splitted in four applications according to the treatment established. A favourable agronomic efficiency was reached with the use of nitrogen with the levels of 60,101.49 and 144 kgnitrogen/ha. Favourable economic results and net returns of 34193.2 and 34394.4 \$/ha, allowing corroborate that the practical application in the productive sphere is based in agronomic application in the productive sphere is based in agronomic and economically

Key words: lines; rice; nitrogen

INTRODUCCIÓN

Dentro del sistema alimentario mundial; el arroz ocupa una posición predominante, más de la tercera parte de la población mundial depende de este cereal como su alimento básico, alrededor de 148 millones de hectáreas se siembran a escala mundial, estimándose un aporte del 20% en las calorías y el 15 % de las proteínas consumidas por persona. Según el FLAR (Fondo Latinoamericano y del Caribe para arroz de riego, 2013) el arroz es una pieza fundamental en el engranaje de los planes de desarrollo sostenible de América Latina. De acuerdo con los datos aportados por esta institución, en los últimos 30 años América Latina ha duplicado su producción de arroz con base en el alza de los rendimientos; la tasa interanual de crecimiento en producción, que ha sido del 2,5 % se explica en un 84 % por el alza de los rendimientos, pues en el sistema de riego, los mismos subieron de 3,0 t/ha a 5,0 t/ha.

Para Cuba, el arroz constituye un elemento básico de la dieta de la población, siendo el consumo per cápita uno de los más elevados de América Latina aún con las regulaciones existentes (Gutiérrez, 1988).

Debido a la gran cantidad de factores que intervienen en la relación nitrógeno aplicado y la respuesta del cultivo, para el arroz no existe una dosis de nitrógeno a recomendar (Lavaechea, 1991), por cuanto la utilización de un manejo correcto del fertilizante nitrogenado puede conducir a un mejor uso del mismo, disminución de las pérdidas y aumento de la asimilación del nutriente, así como incrementos en los rendimientos agrícolas. La intensidad del ahijamiento y el número de panículas por planta pueden aumentarse mediante una aplicación adecuada del nitrógeno, sin embargo es conveniente manejar un suministro temprano del nutrimento,

teniendo en cuenta que las panículas productivas se forman a partir de los primeros hijos que surgen y que los tardíos sólo conducen al alargamiento del ciclo de la planta (Rafeg et al, 1990; Sing and Sing, 1991; Morooka et al, 1993).

Un exceso de nitrógeno puede conducir al aumento de la masa vegetal, pero no siempre este aumento es proporcional al incremento en la producción de carbohidratos, pudiendo provocar esterilidad en las espiguillas y un efecto negativo en el rendimiento final (Deshmukh et al, 1992).

Según Morales et al, (2004). Entre los factores a considerar para alcanzar altos rendimientos agrícolas en el arroz se encuentran la fertilización nitrogenada, al respecto diversos investigadores han reportado la necesidad de este nutrimento para obtener elevados rendimientos, aunque la respuesta depende del carácter genético de la variedad y las condiciones nutricionales del cultivo (Deshmukh et al, 1992; Dingkunj et al, 1992; Amaya, 1993 y Hernández 2014). La mayoría coinciden en que existe un límite superior y uno inferior de la fertilización nitrogenada, dentro del cual se alcanzan los máximos rendimientos en grano y que en término de población los valores se encuentran entre 150 - 200 plantas/m² con un índice medio de ahijamiento productivo entre 2 - 3 tallos/plantas (Cruzet al, 2000; Morales et al, 2004; Peña et al, 2002).

Población y muestra

La investigación fue desarrollada en áreas de la Estación Territorial de Investigaciones de Grano (ETIG) "Jucarito", situada en el Km 26 ½ de la carretera Las Tunas - Bayamo, próxima a la comunidad de Vado del Yeso, perteneciente al municipio Río Cauto, provincia Granma.

La investigación consistió en el estudio de líneas de arroz de ciclo medio 10194, 9677 y 10172 y se utilizó como testigo la variedad IACuba – 30, tolerante a los bajos insumos de fertilizante nitrogenado. En la campaña de frío bajo el efecto de los niveles 0, 60, 101 y 144 kg de nitrógeno/ha y testigo la variedad IACuba – 30, tolerante a los bajos insumos de fertilizante nitrogenado. Desarrollada en la campaña de frío 2014/2015. Se utilizó un diseño bifactorial en parcelas divididas en bloques al azar con 16 variantes o combinaciones nitrógeno-variedad y cuatro réplicas, para un total de 48 sub parcelas.

Materiales y Métodos:

El experimento fue montado sobre un suelo Hidromórfico, Antrópico, Gleyco y Vértico en profundidad Hernández, 1995). Se tomaron muestras de suelo del área experimental a una profundidad de 0-20 cm, observándose las características químicas (tabla 1).

El análisis químico del suelo, mostró que el pH tomó valores ligeramente alcalino (<8.0); el cual no superó excesivamente el rango óptimo que refirió Ponnampereena (2002): desde 6.6 hasta valores próximos a la neutralidad. Esto constituye una problemática para algunos indicadores de la fertilidad como la disponibilidad de fósforo asimilable y la materia orgánica, los cuales resultan bajos, de acuerdo con los resultados reportados por Ponnampereena (2002), quien comprobó que los pH ácidos son los que favorecen su disponibilidad en el suelo para las plantas como respuesta de sus reacciones químicas.

Por otra parte, el potasio fácilmente disponible alcanzó valores altos; en relación directa con el alto nivel de potasio intercambiable o disponible presente en el complejo de cambio de estos suelos; pues constituye una fuente potencial adecuada para su restitución una vez que éste se agota por la absorción continua de la planta

Tabla 1: Resultados del análisis químico del suelo.

Elemento	Valor	Método de análisis
P ₂ O ₅	6.09mg/100g de suelo	Oniani(colorimetría)
K ₂ O	18.20mg/100g de suelo	Oniani(fotometría)
Ca ⁺⁺	3.18meq/100g de suelo	
Mg ⁺⁺	2.26meq/100g de suelo	
M.O	2.25%	Walkley y Black
PH.(H ₂ O)	7.4	potenciometría

La determinación de pH se realizó por potenciometría en una relación suelo-solución 1: 5 (H₂O y KCl), la materia orgánica por Walkley y Black y el fósforo y el potasio por Oniani (fósforo por colorimetría y potasio por fotometría).

La siembra se realizó a chorrillo en surcos separados a 15 cm, mientras que el manejo agrotécnico se realizó según las recomendaciones técnicas establecidas por los Instructivos Técnicos para el arroz (IIA, 2008). El fósforo y el potasio se aplicaron en siembra a razón de 90

y 100 kg/ha, en tanto el nitrógeno se fraccionó en cuatro aplicaciones de acuerdo con los tratamientos establecidos (Tabla 2).

Tabla 2: Descripción de los tratamientos para el nitrógeno, su distribución y momentos de aplicación.

		Fraccionamientos (kg/ha)				Momento de aplicación(DDG)			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
N ₀	0	-	-	-	-	-	-	-	-
N ₁	60	10	20	20	10	15	25	70	85
N ₂	101.49	16	28.83	28.83	28.83	15	25	70	85
N ₃	145	30	45	45	25	15	25	70	85

La cosecha se realizó cuando el grano alcanzó una humedad entre el 20-22%.

Evaluaciones realizadas.

- Número de panículas/m² mediante el conteo de las panículas contenidas en un marco de 0.25 m², distribuidos al azar, en el área de cálculo de cada subparcela y multiplicado el valor obtenido por cuatro.
- Peso de mil granos (gramo) se determinó por gravimetría mediante el conteo de 200 granos y el peso multiplicado por cinco.
- Número de granos/panícula mediante el cálculo indirecto aplicando la fórmula siguiente:
Granos/panícula = P.M x 1000/No. de panículas/m² x peso de mil granos.

Donde:

P.M = peso de los granos contenidos en 1m², expresado en gramos.

- Humedad del grano mediante la submuestra de 200 gramos, la cual fue empleada para la corrección del rendimiento agrícola al 14 % de humedad.
- Rendimiento agrícola a través de la cosecha de un área de 4 m² (2 x 2 m) en cada variante replicada 4 veces y expresado en t/ha al 14 % de humedad del grano mediante la fórmula siguiente:

$$R A = 10 P M (100 -H M)/86 x A C = t/ha$$

Donde:

R A = Rendimiento agrícola en t/ha al 14 % de humedad.

10 = Factor de corrección de Kg/m² a t/ha.

P M = Peso de la muestra de arroz en Kg.

100 = Constante

H M = Humedad del grano en el momento del pesaje en por ciento.

86 = Factor de corrección de la humedad del grano al 14 % de humedad.

A C = Área de cálculo cosechada en m².

- Se realizó el análisis económico sobre la base de los rendimientos obtenidos del material genético empleado, con los diferentes niveles de nitrógeno y sus combinaciones. Esta valoración se realizó teniendo en cuenta los precios actuales del fertilizante nitrogenado (urea), la semilla de arroz y el valor comercial del arroz consumo:
 - Precio del kg de nitrógeno = \$ 0.56
 - Precio del kg de semilla de arroz = \$ 0.52
- Valor de la tonelada de arroz consumo producido por el sector especializado = \$226.00.
- Análisis químico del suelo, el fósforo y el potasio por el método Oniani; la materia orgánica por Walkley y Black y el pH por potenciometría.

Métodos estadísticos empleados

Se realizaron análisis de varianza bifactorial y cuando existieron diferencias significativas se compararon las medias por la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan (Duncan, 2005).

Resultados y discusión

Al analizar de forma independiente el factor nitrógeno (Tabla 3) se observaron diferencias significativas ($p= 0.05$) para todos los indicadores evaluados, destacándose con rendimiento agrícola el nivel 144 kg de nitrógeno/ha el cual superó significativamente a todos los demás tratamientos estudiados, alcanzando un rendimiento agrícola superior a las 8.00 t.ha⁻¹. Debemos de subrayar que estas líneas promisorias con el 70% del nivel de nitrógeno, (101.49 kg/ha), referido anteriormente obtuvieron rendimiento de 7.23 t.ha⁻¹, logrado significación con los tratamientos N₀ y N₁ (0 y 60 kg/ha de nitrógeno) respectivamente.

Al respecto Morales, et al; (2004) encontraron los mayores rendimientos en el rango entre 120 y 180 kg de nitrógeno/ha, mientras que Romero (2003) reportó el rango entre 120 y 160 kg de nitrógeno/ha.

Tabla 3. Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento agrícola y sus componentes

Nitrógeno (kg/ha)	Rend. Agrícola (t/ha)	Panículas/m ² (cantidad)	Granos/Paníc. (cantidad)	Peso de mil granos (g)
0	3.78 d	325.50 d	44.86 b	28.44 c
60	5.37 c	388.75 c	50.56 b	29.20 b
101.49	7.23 b	433.50 b	62.69 a	29.90 a
145	8.35 a	447.50 a	67.16 a	30.03 a
Sx	0.084	3.325	1.832	0.081
C.V(%)	2.720	1.668	6.507	0.555

Letras iguales en una misma columna no difieren significativamente ($p= 0.05$). 101: dosis del 70% del nitrógeno respecto a los instructivos técnicos. 145: dosis según instructivos técnicos.

En cuanto al factor variedad (Tabla 4) no se observaron diferencias significativas (NS) para el rendimiento agrícola y los componentes del rendimiento panícula por m² y granos por panículas, demostrándose que las líneas estudiadas mantienen semejante comportamiento con respecto.

Tabla 4. Efecto de las variedades y líneas sobre el rendimiento agrícola y sus componentes.

variedades	R. Agrícola (t/ha)	Panículas/m ² (cantidad)	Granos/Paníc. (cantidad)	Peso de mil granos (g)
IACuba - 30	5.39 b	443.25 a	53.34 a	30.00 a
10172	5.40 b	449.75 a	53.13 a	29.17 b
10194	5.60 a	446.50 a	53.02 a	28.80 b
9677	5.47 ab	444.25 a	53.10 a	28.50 b
Sx	0.025	1.83	0.243	0.20
C.V(%)	0.90	0.82	0.91	1.41

al testigo empleado. Para el componente del rendimiento, peso de 1000 granos, el testigo alcanzó diferencias significativa con el resto de los cultivares estudiados; no siendo así entre el

resto de las líneas estudiadas, por ser un carácter genético de cada variedad o línea, estas presentan semejantes progenitores, por tal causa aparentemente este componente del rendimiento no influyó en el rendimiento.

Al analizar la Interacción del factor nitrógeno - variedad (Tabla 5) se observaron los mejores rendimientos de más de (8 t.ha¹) con 145 Kg de nitrógeno/ha con todo los cultivares estudiados, obteniendo más de 450 Panículas/m² y 80 granos/panículas respectivamente, sin diferir significativamente entre ellos (NS); difiriendo significativamente (p= 0.05) con el resto de las interacciones estudiadas.

Tabla 5. Efecto de la interacción nitrógeno-variedad sobre el rendimiento agrícola y sus componentes.

Nitrógeno (kg/ha)	Variedades	R. Agrícola (t/ha)	Paníc./m ² (cantidad)	Gnos/Paníc(cantidad)	Peso de mil granos (g)
0	IACuba - 30	3.30 c	320 d	30.00 d	30.00 a
	10172	3.25 c	340 d	32.00 d	29.50 a
	10194	3.82 c	350 d	33.20 d	28.40 b
	9677	3.10 c	348 d	32.30 d	28.50 b
60	IACuba - 30	6.66 b	410 c	69.27 b	30.00 a
	10172	6.80 b	408 c	64.30 c	29.49 a
	10194	6.67 b	405 c	69.30 b	28.50 b
	9677	6.18 b	400 c	63.40 c	28.49 b
101.49	IACuba - 30	7.30 b	437 ab	70.43 ab	30.20 a
	10172	7.21 b	435 ab	70.50 ab	29.80 a
	10194	7.28 b	436 ab	71.32 ab	28.50 b
	9677	7.40 b	438 ab	71.42 ab	28.48 b
144	IACuba - 30	8.40 a	450 a	80.20 a	30.40 a
	10172	8.30 a	449 a	80.10 a	30.00 a
	10194	8.60 a	455 a	81.00 a	28.51 b
	9677	8.55 a	454 a	80.59 a	28.50 b
Sx		0.091	3.64	2.17	0.037
CV (%)		2.680	1.67	8.17	0.86

Letras iguales en una misma columna no difieren significativamente (p=0.05)

Este comportamiento indica una respuesta diferenciada de las variedades frente a las diferentes dosis de nitrógeno, no obstante a esto las líneas y la variedad testigo, estudiadas con el 70% del nitrógeno aplicado de lo recomendado por el instructivo técnico. Los componentes del rendimiento, Panículas/m² con 435 y granos/panículas con 70.43 respectivamente que tuvieron

diferencias significativas ($p= 0.05$) con el control, según instructivo técnico, significando que con el 30% menos de la fertilización nitrogenada se obtuvieron rendimientos superiores a las 7.00 t.ha⁻¹ siendo un resultado importante ya que nos permite alcanzar rendimientos mayores a la media nacional con un ahorro considerable del nitrógeno. La variedad testigo, IACuba – 30 y las líneas 10172,10194 y 9677 a pesar de no aplicarle fertilizante nitrogenado en todo su ciclo alcanzaron rendimiento mayor a 3.00 t.ha⁻¹, semejante a la media nacional.

En la India, Ranganathan, et al; (2007) observaron como dosis de nitrógeno óptima 150 Kg /ha, se obtuvieron rendimientos superiores a las 7.00 t.ha⁻¹. Mientras que Choudhury, et al; (2008) al estudiar cuatro niveles de nitrógeno encontraron que aplicaciones superiores a 80 Kg. de nitrógeno/ha no produjeron un efecto significativo en el rendimiento comparado con 120 Kg. de nitrógeno/ha. Por otro lado, Cruz, et al; (2004) obtuvieron los mejores rendimientos con la combinación 160 Kg. de nitrógeno/ha; Mientras que Peña, et al; (2001) observaron la mayor respuesta con 140 Kg. de nitrógeno/ha.

Los cultivos arrojaron una variación explicada, que indica que en más del 90% de las variaciones producidas en el rendimiento agrícola y sus componentes, se fundamentan por las variaciones realizadas del material genético empleado. Las diferenciaciones en el rendimiento agrícola se explican por los niveles de nitrógeno empleados en más del 95% (tabla 5).

Valoración económica de los resultados.

Se pudo comprobar que hay una respuesta definida para los diferentes niveles de nitrógeno estudiados (Tabla 6).

Tabla 6. Evaluación económica de niveles de nitrógeno estudiados

Nitrógeno (kg./ha)	R. Agrícola (t/ha)		Costo del N (\$/ha)	Beneficio (\$/ha)
	Total	Valor (\$/ha)		
0	3.78	15206.94	-	15206.94
60	5.38	21643.74	106.33	21537.41
101	7.23	29086.29	178.99	28907.3
144	8.35	33592.05	256.964	33335.086

Tonelada de arroz húmedo 4023.00 \$ Tonelada Urea 815.20 \$

El rendimiento agrícola se favoreció significativamente al aplicar el nivel de 144 Kg. de nitrógeno/ha el cual ocasionó el mayor resultado económico entre los niveles estudiados con un

beneficio (33335.086 \$/ha), lo cual sugiere que su aplicación es económicamente positiva, pudiéndose recomendar la dosis de 101 Kg y 60 kg de nitrógeno/ha como una propuesta ideal para la fertilización nitrogenada de las líneas estudiadas en condiciones de explotación comercial, pues generan beneficios (28907.3\$/ha) al tiempo que tuvieron un favorable comportamiento de los indicadores económicos aplicando el 70% de la fertilización nitrogenada en todo el ciclo de la planta de arroz.

Con relación a las variedades (Tabla 8), el análisis se mantuvo semejante ya que los rendimientos y demás factores económicos evaluados apenas variaron ya que este material genético tiene respuestas similares ante este factor analizado por presentar semejantes progenitores.

Tabla 8. Evaluación económica de la respuesta de las líneas y el testigo, 10172, 10194 y 9677, IACuba-30.

Variedades	R. Agrícola (t/ha)	Valor del R. Agric. (\$/ha)	Costo de la Semilla (\$/ha)	Beneficio (\$/ha)
IACuba - 30	5.38	21643,74	53.56	21590,18
10172	5.41	21764,43	53.56	21710,87
10194	5.49	22086,27	53.56	22032,71
9677	5.47	22005,81	53.56	21952,25

Al tener en cuenta el efecto interactivo de la fertilización nitrogenada y las variedades y/o líneas estudiadas (Tabla 9) se pudo constatar que los mayores beneficios, tanto desde el punto de vista del rendimiento agrícola como del beneficio económico se obtienen cuando se aplican las variantes o combinaciones 144 Kg/ha de nitrógeno con las líneas 10194 y 9677 con valores respectivos de 8.60 y 8.65 t.ha⁻¹ de rendimiento agrícola, con un beneficio económico para la primera combinación mencionada de 34394,4 \$/ha y 34193,2 \$/ha para la segunda variante. Destacando el nivel de nitrógeno con 60 kg/ha con la línea 10172 mostrando un beneficio económico de 27241,24 \$/ha, por otra parte la interacción de 101.49 kg/ha de nitrógeno con las líneas 10194 y 9677 alcanzaron un beneficio económico superior a 29054,89 \$/ha con resultados agrícolas y económicos similares al testigo empleado.

Tabla 9. Evaluación económica de la respuesta de la interacción nitrógeno - variedad.

Nitr	VARIEDAD	Rend.	Valor	Costo de Insumos (\$/ha)	Benefici
------	----------	-------	-------	-----------------------------	----------

óg Kg./ ha		Agríco la (t/ha)	R. Agríco la (\$/ha)	Nitro g.	Semill a	Total	o (\$/ha)
0	IACuba - 30	3.30	13275	-	53.56	53.5	13222,3
	10172	3.25	13074	-	53.56	53.5	13021,1
	10194	3.82	15367	-	53.56	53.5	15314,3
	9677	3.10	12471,3	-	53.56	53.56	12417,74
60	IACuba - 30	6.66	26793,18	106.33	53.56	115.16	26678,02
	10172	6.80	27356,4	106.33	53.56	115.16	27241,24
	10194	6.67	26833	106.33	53.56	115.16	26717,2
	9677	6.18	24862,14	106.33	53.56	115.16	24746,98
101. 49	IACuba - 30	7.30	29367,9	178.99	53.56	232,55	29135,35
	10172	7.21	29005,83	178.99	53.56	232,55	28773,28
	10194	7.28	29287,44	178.99	53.56	232,55	29054,89
	9677	7.40	29770,2	178.99	53.56	232,55	29534,65
144	IACuba - 30	8.40	33793,2	256.96	53.56	203,40	33589,8
	10172	8.30	33390,9	256.96	53.56	203,40	33187,5
	10194	8.60	34597,8	256.96	53.56	203,40	34394,4
	9677	8.55	34396,6	256.96	53.56	203,40	34193,2

A partir de esta valoración puede afirmarse que la aplicación de los resultados expuestos en la práctica productiva es beneficiosa por cuanto se fundamenta agronómica y económicamente.

CONCLUSIONES

1. Se observaron interacciones significativas entre las líneas ante los niveles de nitrógeno estudiados, destacándose las combinaciones 144 kg de nitrógeno/ha con el material genético estudiado 10194 y la 9677, donde se alcanzaron los resultados más destacados en el rendimiento agrícola de más de 8.5 t.ha⁻¹ y sus principales componentes del rendimiento.
2. Se alcanzó una eficiencia agronómica más favorable en el uso del nitrógeno con los niveles de 60,101.49 y 145 kg de nitrógeno/ha.
3. Las variantes más favorables para el rendimiento agrícola definidas al evaluar la interacción nitrógeno-variedad permiten obtener niveles económicos favorables y beneficios superiores a 34193,2 \$/ha, permitiendo aseverar que su aplicación en la práctica productiva se fundamenta agronómica y económicamente.

Recomendaciones

Tener en cuenta el 70 % de la dosis de nitrógeno establecida para las líneas estudiadas y aprovechar el favorable comportamiento del efecto interactivo del nitrógeno y la variedad, para reducir el consumo de fertilizantes nitrogenado y contribuir a la conservación del medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, L. E.1997. Respuesta de variedades comerciales de arroz a la fertilización nitrogenada, durante los años 1993, 94 y 95 en Guanare, Estado Portugués. Trabajo presentado en la X Conferencia Internacional de Arroz para América Latina y el Caribe: 85 p.
- Amaya, A.1993. Nitrógeno para el arroz en Venezuela. Arroz en las América. 14.2: 34 - 36 p.
- Ando, H.; K. Toriyam and G. Wada.1990. Soil N availability and N absorption by rice plant in lowland soils. Trans. 14 Th Int. Congr. Soil Sci. 4: 343-348.
- Barrios, M. y M. Adams.1998. Eficiencia del uso de fertilizantes nitrogenados en arroz de riego en un suelo de la serie Calabozo. Trabajo presentado en el I Encuentro Internacional de Arroz. 9-11 de junio/98. Palacio de las Convenciones de Cuba. Rev. Resúmenes. 117 p.
- Berrio, L. E.; D. Ibar; T. González y J. Silva .1997. Principales limitantes del cultivo del arroz en América Latina y El Caribe. Información suministrada por cooperadores del INGER-LAC, 1991-1996. Ponencia presentada en X Conferencia Internacional de Arroz para América Latina y El Caribe. 3-5 de Marzo/97: 25 p.

Broadbent, P. E. (2000). Nitrogen immobilization in relation to N- containing fractions of soils organic matter. In: Isotopes and radiation in soil organic matter studies. Proc. Symp. FAO/ IABA Vienna: 131-140.

CAI, G. X. 1992. Evaluation of gaseous nitrogen losses from fertilizers applied to flooded rice fields in China. In: Proc. International Symposium on Paddy soils.

Cruz F y R. Claro. 2004. Comportamiento de la variedad IR 1529 bajo el efecto de dos métodos y cuatro densidades de siembra. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Arroz 4(2): 81-90 p.

Cruz F; R. Claro y B. Mazón. 1987. Densidades de siembra y niveles de nitrógeno en la variedad de ciclo medio CP3-C2. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Arroz. 10(2): 37-46 p.

Castillo, D.; A. Hernández; E. Rodríguez y J. Duffey (1990). Cambios en la composición proteica y lipídica del endospermo del arroz durante su maduración a causa del fraccionamiento del fertilizante nitrogenado (Urea). Cien. Tec. Agric. Arroz 9.1: 49-60 p.

houdhury, A. K.; M. Saikia and K. Dutta. 2008. Effect of irrigation and nitrogen on transplanted summer rice yield and water use efficiency. Int. Rice Res. Newsletter 6(4:2%.Cruz F; R. Claro y B. Mazóf. 1987. Densidades de siembra y niveles de nitrógeno en la variedad de ciclo medio CP3)C2. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Arroz. 10(2): 37-46 p.

Deshmukh, P. S.; N. M. Chau and F. U. Zaman. 1992. Effect of nitrogen level on the relation between sink source parameters and grain yield. Int. Rice Res. Newsletter 17(1): 7–8 p.

Dhyani, B. P.; and B. Mishra 1992. Effect of nitrogen – application schedule on ammonia volatilization from field of rice (*Oryza sativa*). Indian J. Agric. Sci. 62 p.

Dingkuhn, M.; S. K. De Datta, C. Javellan; R. Pamplona and H. F. Schinier. 1992. Effect of late – season N fertilization on photosynthesis and yield of .58 p.

Hernández, Digna; Clara John; O. Morales y R. Cabello. 1995. Uso de la urea recubierta y mezclada con Zeolita para aumentar la eficiencia del nitrógeno en el arroz de riego. Ponencia presentada en X Conferencia Internacional de Arroz para América Latina y El Caribe.3-5 de marzo/97: 67p.

IIA. Instructivo 2008. Técnico del cultivo de arroz. 2008.