

ABONOS VERDES, ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PRODUCTIVA DE LOS SUELOS ARROCEROS DE LA MOJANA

Carlos Sánchez¹, Margarita Ramírez², Benjamín Rivera¹, Rodrigo Garcés¹,
Virginia Montiel¹, Gloria Corredor³

RESUMEN

En la región de la Mojana situada en la Costa Caribe de Colombia, la principal actividad agrícola es el cultivo del arroz (*Oryza sativa*) localizado en suelos con limitaciones por compactación, baja fertilidad, nivel freático alto y ausencia de rotación de cultivos, lo cual ha ocasionado una degradación acelerada. El uso de los abonos verdes es conocido en el mundo para la recuperación de suelos que presentan degradación, pero esta práctica es desconocida por los agricultores de la región. El objetivo del trabajo fue la evaluación de las leguminosas frijol caupí (*Vigna unguiculata*, L. Walp), vitabosa (*Mucuna deeringianum*, L.), canavalia (*Canavalia ensiformis*, L.) y crotalaria (*Crotalaria spectabilis*, L.), utilizadas como abono verde, por su capacidad de producción de materia seca, adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas, mejoramiento de la capacidad productiva de los suelos y su efecto sobre la producción de arroz. Se sembraron al inicio de la temporada seca (Enero 1996) en dos localidades en parcelas de 1000 m² en un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones. Al inicio de la floración se incorporaron al suelo mediante dos pases cruzados de rastra aradora. Al comienzo de la temporada de lluvias se sembró arroz (*Oryza* 1) estableciendo subparcelas con tres niveles de nitrógeno (0, 30 y 60 kg N/ha). Las leguminosas presentaron buena adaptación pero la Crotalaria sobresalió por la acumulación de materia seca, mejor control de malezas y buen efecto en el rendimiento de arroz.

Palabras claves: Abonos verdes, arroz, mejoramiento de suelos, Región de la Mojana.

ABSTRACT

GREEN MANURE CROPS, AN ALTERNATIVE FOR IMPROVING THE SOIL PRODUCTIVITY IN THE RICE GROWING SYSTEM OF LA MOJANA REGION (COLOMBIA). Within the Mojana region, in the Caribbean zone of Colombia, the main agricultural commodity is rice (*Oryza sativa*) grown in compacted, low fertility soils with high water tables and without crop rotation, which has brought about an ever increasing degradation. Although, the use of green manure crops is widely known to be a good reclamation practice for degraded soils, it is not known in the region. The aim of this project was to evaluate some bean varieties as green manure crops, namely *Vigna unguiculata*, L. Walp; *Mucuna deeringianum*, L.; *Canavalia ensiformis*, L. and *Crotalaria spectabilis*. The cultivars were selected due to their high dry matter production, adaptability to, soil and climatic conditions of the region, their capacity for improving

- 1 Investigador CORPOICA Programa Regional Agrícola, Regional 2, Centro de Investigaciones Turipaná, AA. 602 Montería, Colombia.
- 2 Coordinadora Programa Nal. Manejo Integrado de Suelos y Aguas, CORPOICA, Tibaitatá. AA 240142, Las Palmas, Santafé de Bogotá, Colombia.
- 3 Investigador CORPOICA, Programa Reg. Agrícola 2 y P. Manejo Integrado de Suelos y Aguas, Tibaitatá. AA 240142. Santafé de Bogotá, Colombia.

soil productivity and therefore, rice yields. Twelve 1.000 m² plots were sown at the beginning of the dry season in 1996 at two different locations with a split-plot design and three replications. Green manure crops were ploughed in twice with a trailer plough, Rice (*Oryza Sativa*), *Oryzica 1* variety was sown at the beginning of the rainy season, each plot containing three different nitrogen levels (0, 30 and 60 kg/ha). The four legume crops performed well under local conditions, but *Crotalaria spectabilis* stood out due to its dry matter accumulation, better weed control and greater effect on rice yield.

Key Words: Green manures, rice cultivation, crop rotation, soils improvement, Mojana region.

INTRODUCCIÓN

La región de la Mojana situada en la Costa Caribe de Colombia es un conjunto de ecosistemas sujeto a inundaciones periódicas en el cual la principal actividad agrícola es el cultivo del arroz (*Oryza sativa*) en secano mecanizado. Se cultivan anualmente entre 15.000 y 25.000 ha, con rendimientos de 3500 kg/ha que involucran a unos 1400 productores medianos y pequeños en áreas entre 2 y 50 ha localizadas en las terrazas medias y altas, en suelos preparados durante muchos años con rastras pesadas y a humedades del suelo inadecuadas, lo que ha ocasionado compactación, manifestada en rendimientos decrecientes de la producción e incremento en el uso de fertilizantes y herbicidas (CORPOICA, 1996). Además, presentan baja fertilidad, nivel freático alto y ausencia de rotación de cultivos, lo cual los ha llevado a una degradación acelerada.

El uso de abonos verdes es una práctica conocida a nivel mundial para la recuperación de suelos que presentan degradación (McDonough J.F. et al, 1995) ; (Becker M., Ladha J.K. and Ali M., 1995), pero es desconocida por los agricultores de la región.

Mediante una estrategia de investigación participativa en la cual los experimentos se realizaron con los productores en sus fincas, se evaluaron durante 1996 en dos localidades, cuatro especies de leguminosas reportadas en la literatura como adecuadas para abonos verdes (Baird G.B., Rodriguez M., Martínez B. y Suárez G; 1957; Prager M. y Angel D., 1989 y Pandey R.K., 1991), teniendo en cuenta la producción de biomasa y materia seca, adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de la región, precocidad, mejoramiento de la capacidad productiva del suelo y su efecto en el rendimiento del arroz sembrado después de la incorporación.

Este estudio demostró que las leguminosas evaluadas se adaptan bien: el frijol caupí presentó la más baja cantidad de materia seca acumulada,

pero se obtuvo la mejor respuesta en producción de arroz ; la *Crotalaria* sobresalió por su alta producción de materia seca, control de malezas y por su efecto en el rendimiento de arroz, comprobando que se pueden lograr ahorros importantes de fertilizante nitrogenado y con aumento de rendimiento, lo que representa una mayor rentabilidad del cultivo. Sin embargo, la cuantificación de la mejora en propiedades físicas y biológicas del suelo debe ser evaluada durante varios ciclos de cultivo.

METODOLOGÍA

Los experimentos se realizaron durante 1996 en las localidades de Guaranda (Finca La Esperanza, Localidad. 1) y Majagual (Finca Santa Elena, Localidad. 2), correspondientes a suelos Vertic Trophaquepts y Fluvaquentic Eutropepts (Soil Taxonomy, Departamento de Agricultura de EEUU). Las leguminosas evaluadas fueron: fríjol caupí (*Vigna unguiculata*, L. Walp), vitabosa (*Mucuna deeringianum*, L.), canavalia (*Canavalia ensiformis*, L.) y crotalaria (*Crotalaria spectabilis*, L.), las cuales se sembraron en parcelas de 1000 m² en un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones.

Los abonos verdes se sembraron al inicio de la temporada seca (enero) y entre 49 y 76 días, al inicio de la floración de cada especie, se incorporaron al suelo mediante dos pases cruzados de rastra aradora. Se tomaron registros de cantidad de forraje verde, materia seca de las leguminosas y de las malezas presentes y los días a incorporación.

Al inicio del periodo lluvioso (mayo), las parcelas se sembraron al voleo con 180 kg/ha de semilla de arroz (*Oryzica* 1) y se establecieron subparcelas con tres niveles de nitrógeno (0, 30 y 60 kg N/ha). El efecto de la incorporación al suelo de las leguminosas en la producción de arroz se midió por el rendimiento de grano comparado con el testigo del agricultor (sin uso de abono verde). Además, se midieron los parámetros agronómicos de altura de plantas y longitud de raíces. Los datos se analizaron estadísticamente mediante la varianza, la diferencia mínima significativa y la prueba de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las leguminosas presentaron buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la región, pero la especie crotalaria sobresalió amplia-

mente por su capacidad de acumulación de materia seca, la cual fue de 11.6 t/ha y 10.9 t/ha en periodos de 76 y 70 días después de la germinación en las localidades 1 y 2 respectivamente. Le siguió vitabosa con 7.7 t/ha y 4.7 t/ha ; canavalia con 3.1 t/ha y 3.7 t/ha y frijol caupí, con 3.2 t/ha y 1.7 t/ha (55 y 49 días después de la germinación).

El contenido de materia seca de la crotalaria fue de 24% indicando una alta lignificación del material, frente al 10% del frijol caupí. La crotalaria presentó el mejor control de malezas, permitiendo solamente la producción de 0.2 y 0.5 t/ha de materia seca de las malezas en las localidades 1 y 2 respectivamente, frente a 3.5 t/ha de las malezas que crecieron en asocio con canavalia y 0.7 t/ha del asocio con frijol caupí y vitabosa. (Tablas 1 y 2). Además, las malezas que lograron crecer en asocio con crotalaria no produjeron semillas, como sí ocurrió en los otros abonos verdes.

Tabla 1. Materia seca (t/ha) de cuatro leguminosas utilizadas como abono verde, Finca Santa Elena, Majagual - 1996

Especie	Días a incorporar	Materia seca especie	Porcentaje %	Materia seca malezas	Porcentaje %
CROTALARIA	76	11,6	22,1	0,2	14,8
VITABOSA	72	7,7	13,5	2	18,6
FRIJOL	55	3,2	9,9	1,5	11,2
CANAVALIA	74	3,1	18,2	3,5	20,8

Tabla 2. Materia seca (t/ha) de cuatro leguminosas utilizadas como abono verde, Finca La Esperanza, Guaranda. 1996

Especie	Días a incorporar	Materia seca especie	Porcentaje (%)	Materia seca maleza	Porcentaje (%)
FRIJOL	49	0,8	6	0,7	15
CANAVALIA	62	3,3	27	0,6	17
CROTALARIA	70	10,4	26	0,5	16
VITABOSA	82	4,0	13	0,7	16

El efecto de la incorporación de las leguminosas en la producción de arroz se midió por el rendimiento de grano y sus componentes. El análisis de varianza de la Localidad, 1 presenta diferencias significativas (5%) para niveles de nitrógeno en las variables rendimiento y altura de planta y diferencias altamente significativas en la longitud de raíz cuando se confrontaron los cuatro abonos verdes. Al realizar la prueba de Duncan (Tabla 3), se observaron los mayores promedios de longitud de raíz (cm) en el tratamiento crotalaria + 30 kg N/ha (12 cm), el cual presentó diferencias significativas con la mayoría de los tratamientos, con excepción de frijol + 30 kg N/ha y vitabosa + 60 kg N, y el menor promedio para el tratamiento canavalia + 0 kg N/ha (7.5 cm).

Los mayores promedios de altura de plantas se obtuvieron con los tratamientos crotalaria con 30 y 60 kg N/ha y vitabosa con 60 kg N/ha (94.5, 95.6 y 94.7 cm. respectivamente), presentando diferencias significativas (5%) con los tratamientos canavalia con 0 kg N/ha (73.5 cm) y canavalia con 30 kg N/ha (56.9 cm.) que presentó el menor promedio.

El más alto rendimiento expresado en kg/ha de grano de arroz (Figura 1), se encontró con el tratamiento vitabosa + 60 kg N/ha (4355 kg/ha), el cual presentó diferencias significativas con los tratamientos vitabosa + 0 kg N/ha (2411 kg/ha), canavalia + 0 kg N/ha (2168 kg/ha) y canavalia + 30 kg N/ha (1743 kg/ha) que tuvo el menor rendimiento. Los tratamientos superaron al testigo del agricultor (110 kg N/ha) con excepción de la sola incorporación de abonos verdes y canavalia con 30 y 60 kg N/ha (Tabla 3).

En la Localidad 2, el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas (1%) entre tratamientos para la variable rendimiento de grano y significativas (5%) para longitud de raíz y altura de planta debido al efecto de los abonos verdes. La interacción abono verde por nivel de N mostró diferencias significativas en la variable altura de planta. No se detectó diferencia entre niveles de N únicamente.

El análisis de la prueba de Duncan mostró diferencias significativas en los promedios de longitud de raíz del testigo (14.3 cm) frente a los tratamientos de incorporación de canavalia con aplicaciones de 30 y 60 kg N/

Figura 1. Efecto de la incorporación de abonos verdes en el rendimiento de arroz la esperanza

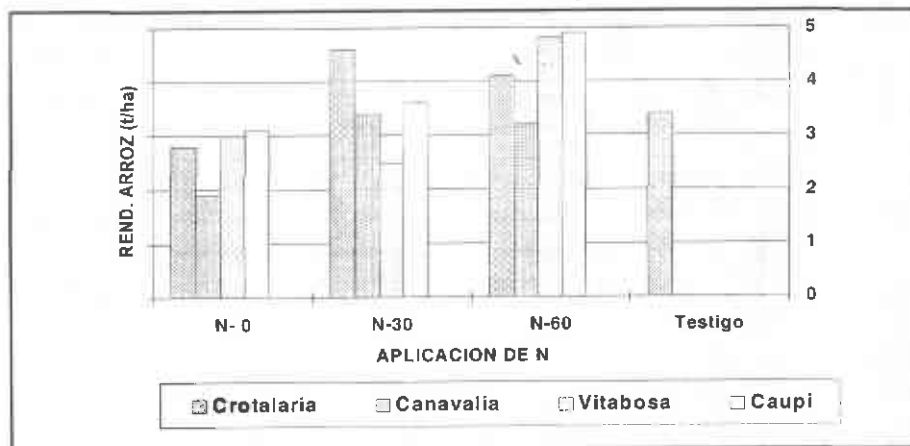


Tabla 3. Medias del rendimiento, altura de planta y longitud de raíz de arroz Oryzica 1, posterior a incorporación de abonos verdes, Finca La Esperanza, Guaranda 1996

Especie	Nivel de N. kg /ha	Rendimiento kg/ha	Altura de planta, cm.	Longitud de raíz
CROTALARIA	0	3066 abcd	86.4 ab	9.0 bc
	30	3561 abc	94.5 a	12.0 a
	60	3963 ab	95.6 a	9.0 bc
CAVALIA	0	2168 cd	73.5 bc	7.5 c
	30	1743 d	56.9 c	7.9 c
	60	3209 abcd	77.4 ab	8.4 bc
FRÍJOL	0	2732 abcd	84.3 ab	8.3 bc
	30	4069 ab	85.4 ab	10.6 ab
	60	3963 ab	93.2 ab	9.0 bc
VITABOSA	0	2411 bcd	80.9 ab	8.1 bc
	30	3301 abcd	89.0 ab	9.4 bc
	60	4355 a	94.7 a	10.2 abc
TESTIGO	110	3287 abcd	83.4 ab	8.3 bc

Promedios seguidos de igual letra no difieren estadísticamente

ha (17.7 cm), incorporación de frijol con 60 kg N/ha (17.7 cm) e incorporación de vitabosa sin aplicación de N (18 cm) y con 60 kg N/ha (18.7 cm). Los promedios de altura de plantas mostraron diferencias entre el tratamiento de crotalaria + 60 kg N/ha (117.7 cm) y los tratamientos de incorporación de crotalaria sin N (105.7 cm) e incorporación de vitabosa sin N (105.7 cm) y con aplicación de 30 kg N/ha (106 cm).

Para la variable rendimiento (kg/ha) (Figura 2), se observaron diferencias debidas al menor rendimiento del testigo (5200) frente a los demás tratamientos, con excepción de incorporación de crotalaria sin N (6179) y con 60 kg N (6305) e incorporación de vitabosa sin N (5978). Todos los tratamientos de incorporación de abonos verdes superaron en rendimiento al testigo del agricultor (110 kg N/ha). El mejor tratamiento fue la incorporación de frijol con 30 kg N/ha (7161) y superó al testigo en 1961 kg/ha, equivalentes al 27.4% y con 80 kg N/ha menos (Tabla 4).

Figura 2. Efecto de la incorporación de abonos verdes en el rendimiento de arroz. Santa Elena.

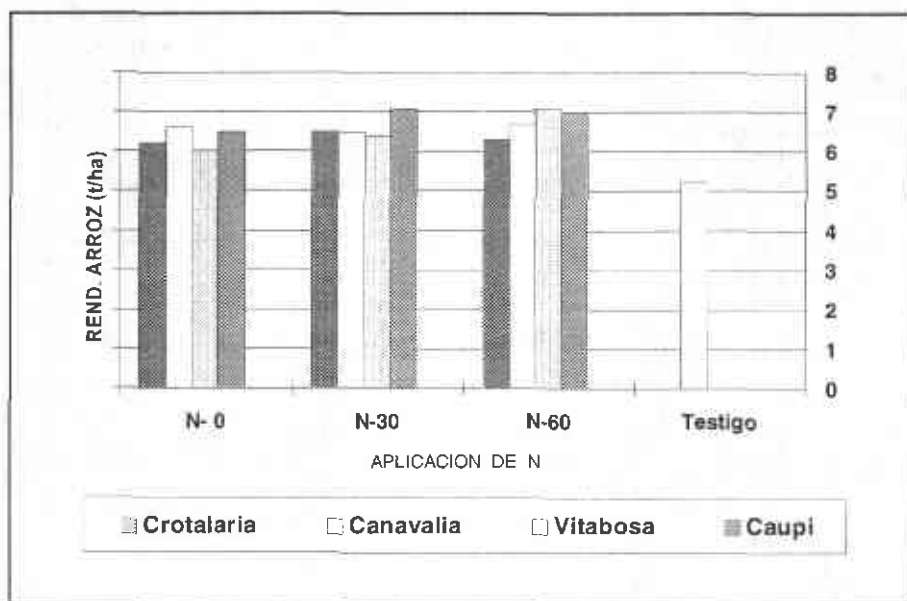


Tabla 4. Medias del rendimiento, altura de planta y longitud de raíz de arroz *Oryzica 1*, posterior a incorporación de abonos verdes, Finca Santa Elena, Majagual, 1996.

Especie	Nivel de N, kg/ha	Rendimiento kg/ha	Altura de planta, cm	Longitud de raíz, cm
CROTALARIA	0	6179 ab	109.0 ab	17.3 ab
	30	6529 a	112.7 ab	15.7 ab
	60	6305 ab	117.7 a	16.0 ab
CANAVALLA	0	6615 a	105.7 b	16.7 ab
	30	6451 a	108.7 ab	17.7 a
	60	6770 a	114.0 ab	17.7 a
FRIJOL	0	6454 a	115.3 ab	16.7 ab
	30	7161 a	115.3 ab	16.7 ab
	60	7006 a	115.7 ab	17.7 a
VITABOSA	0	5978 ab	105.7 b	18.0 a
	30	6415 a	106.8 b	16.0 ab
	60	7090 a	109.7 ab	18.7 a
TESTIGO	110	5200 b	110.0 ab	14.3 b

* Promedios seguidos de igual letra no difieren estadísticamente

La producción del testigo fue inusualmente alta, debido al buen manejo agronómico dado por el agricultor. Sin embargo, es notable la ganancia en rendimiento con incorporación de cualquier abono verde, aún sin aplicación de nitrógeno. No hubo diferencias significativas en rendimiento de arroz con la incorporación de frijol y crotalaria y aplicación de 0, 30 o 60 kg N/ha, tampoco al incorporar vitabosa con aplicación de 30 o 60 kg N/ha, pero en todos los tratamientos con 60 kg N/ha hubo volcamiento, lo que sugiere que esta dosis de N es alta. La aplicación de 0 o 30 kg N/ha debe considerarse para la selección del mejor tratamiento, bien sea con crotalaria o con frijol caupí.

En la localidad 1, el mejor tratamiento fue incorporación de vitabosa y aplicación de 60 kg N/ha. Sin embargo, es necesario considerar aspectos económicos y ecológicos para la selección de una alternativa de manejo de suelos, considerando la posibilidad de reducir el uso de fertilizante

nitrogenado. También debe analizarse otras variables como facilidad de siembra y costo de los abonos verdes, mejor control de malezas y acumulación de materia seca que podría contribuir al mejoramiento del suelo. En este caso, sobresale la crotalaria en ambas localidades.

CONCLUSIONES

Con la incorporación de abonos verdes previo a la siembra de arroz es posible reducir la fertilización química nitrogenada en 80 kg/ha y aumentar el rendimiento de grano en más de 30%, lo que sugiere que esta práctica es una de las más promisorias para la zona.

La crotalaria sobresale como el mejor abono verde para rotación con arroz en la Mojana, por la capacidad de acumulación de materia seca, facilidad de siembra y buen rendimiento de grano de arroz. Pero una mejor definición exige medir durante varios ciclos de cultivo con el fin de conocer la residualidad y aporte de nutrientes y fibra para el mejoramiento de la capacidad productiva del suelo y evaluación de su efecto en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas.

BIBLIOGRAFIA

- Baird G.B. ; Rodríguez M. ; Martínez B. y Suárez G.** 1957. Crotalaria juncea. DIA, Boletín de Divulgación N° 2. Ministerio de Agricultura de Colombia. (23 p).
- Becker M. ; Ladha J.K. and Ali M.** 1995. Green manure technology : Potential, usage and limitations. A case for lowland rice. *Plant and Soil*, 174 (181-184)
- Corporacion Colombiana de Investigacion Agropecuaria, CORPOICA.** 1996. Caracterización de los sistemas de producción agropecuaria en la región de la Mojana. Informe de avance. Programa Sistemas de producción. Regional 2. Turipaná, Montería,
- McDonough J.F.; Toomsan B. ; Limpinuntana V. and Giller K.E.** 1995. Grain legumes and green manures as pre-rice crops in Northeast Thailand. I. Legume N₂-fixation, production and residual nitrogen benefits to rice. *Plant and Soil* 177, (111-126).
- _____ ; **Toomsan B. ; Limpinuntana V. and Giller K.E.** 1995. Grain legumes and green manures as pre-rice crops in Northeast Thailand. II. Residue decomposition. *Plant and Soil* 177, (111-126).
- Pandey R.K.** 1991. A primer on Organic-Based Rice Farming. International Rice Research. IRRI. P.O. Box 933, Manila 1099, Phillipines.
- Praguer M. y Angel D.** 1989. Contribución de los Abonos Verdes al mejoramiento de la Calidad de los suelos. FUNDATEC, CELATER, Cali, Colombia. (45 p).