

# EVALUACION DE ABONOS VERDES EN EL SISTEMA DE PRODUCCION MAIZ - LEGUMINOSAS

Diego I. Angel S. \*

Martin Prager M. \*\*

## COMPENDIO

En la primera parte del ensayo, se estudió el comportamiento del peso de nódulos, peso fresco y peso seco de tres leguminosas (Crotalaria, Canavalia y Guandul) a utilizar como abonos verdes y su efecto sobre sistemas de producción maíz- leguminosas (maíz-caupí, maíz-soya, maíz-fríjol). Las variables consideradas (rendimiento, rendimiento equivalente de maíz, ingreso neto y tasa de retorno marginal) mostraron el efecto positivo de esta práctica sobre esta forma de producción obteniéndose mejor respuesta de el sistema maíz-caupí. De los abonos verdes la crotalaria presentó el mejor efecto sobre los sistemas de producción. En la segunda parte del trabajo, se utilizó el sistema de producción de mejor comportamiento introduciendo al factor abono verde algunas modalidades de tratamiento, entre ellas efecto residual, adición de una segunda incorporación de los tres abonos verdes y efecto residual más la adición de abono químico. La consideración de las mismas variables usadas en la primera parte mostró mejores valores por la segunda incorporación de abono verde y la adición de abono químico en su orden, el efecto residual de los abonos permitió obtener rendimientos superiores a los alcanzados por el testigo.

## ABSTRACT

This research was divided in two parts. The first studies the behavior of three legumes (Crotalaria, Canavalia and Cajanus) as green manure, measuring weight nodules, green weight matter and dry weight matter of them, so measured the effect on three production systems: Maize-cowpea, Maize-soy-bean and Maize-bean. The indicators (yield, equivalent maize yields, net income and marginal return rate) showed positive effect of green manure on this production systems the maize-cowpea system showed the best yields; Crotalaria was the best green manure. In second experimental stage maize-cowpea system was evaluated, using the same indicators and introducing new treatments related to green manure: its residual effects, additional amounts of manure and residual effects helped with chemical fertilizers. There were found during this second stage better yields from the production system maize-cowpea, as a result of a second addition of green manure and addition of chemical fertilizer in your order. The residual effects showed highest yields from its control.

---

\* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

\*\* Fundación para la Aplicación y Enseñanza de las Ciencias - FUNDAEC, A. A. 6555, Cali. Colombia.

## 1. INTRODUCCION

En la zona Norte del Cauca cerca de 10000 ha pertenecen a casi igual número de familias de agricultores pobres que dedican el 50 o/o del área de las unidades de producción a la siembra de cultivos permanentes (café, cacao, frutales) y el resto de cultivos transitorios (yuca, maíz, soya, frijol), siendo uno de los más comunes el maíz, el cual se siembra en monocultivo.

La productividad obtenida en este sistema de producción es relativamente baja principalmente por el régimen irregular de lluvias, la aplicación de un bajo nivel tecnológico y la baja fertilidad del suelo. De los aspectos mencionados este último es uno de los problemas más difíciles de resolver; el uso de abonos químicos en la mayoría de las veces representa una gran inversión que el agricultor por sus condiciones económicas no puede realizar. Otra alternativa plantea el uso de abonos orgánicos de origen animal siendo la gallinaza el más popular de ellos, pero una vez reconocida su importancia, el incremento de su precio, junto a la dificultad de transportarla, la hizo poco asequible.

La Fundación para la Aplicación y Enseñanza de las Ciencias (FUNDAEC) ha venido trabajando por varios años en la zona y mediante un proceso investigativo que parte de la definición de los principales sistemas de producción practicados, las restricciones que afrontan los productores y la identificación del nivel tecnológico, ha desarrollado sistemas de cultivo alternativos basados en la siembra en asociación de diferentes especies vegetales.

Durante los últimos años una preocupación central de los investigadores de FUNDAEC ha sido definir la tecnología de manejo de suelo para estos sistemas y ha venido trabajando en la utilización de abonos verdes.

Algunos beneficios de su uso son la provisión de materia orgánica, incremento de los procesos bioquímicos, aumento en la población y actividad microbiana, mayor estabili-

dad de agregados y aumento en la disponibilidad de fósforo (Buckman y Brady, 1970). La Academia Nacional de Ciencia de USA (1979) señala que por su capacidad de fijar nitrógeno, las leguminosas se perfilan como plantas de vital utilidad para mejorar y mantener la fertilidad del suelo, igualmente candidata algunas por su potencialidad como abonos verdes, estando entre estas los géneros *Canavalia*, *Crotalaria*, *Cajanus*, *Desmodium*, *Erythrina*, *Lablab*, *Leucaena* y *Lupinus*.

El uso de abonos verdes ha sido una práctica poco común en nuestro medio, sin embargo sembrar leguminosas como abono verde dentro de una rotación con sistemas de producción, puede ser ventajoso para el agricultor pobre que no tiene forma de mejorar el suelo, por lo tanto se planteó este trabajo que tuvo entre sus objetivos los siguientes: determinar el sistema de producción maíz-leguminosas promisorio para la zona; evaluar el uso de *Crotalaria*, *Canavalia* y *Guandul* como abonos verdes sobre los rendimientos de los sistemas de producción: maíz-soya, maíz-frijol, maíz-caupí; evaluar el efecto residual y de una segunda incorporación de abonos verdes sobre el rendimiento del sistema de producción promisorio y determinar el efecto de la aplicación de un fertilizante químico, posterior a una incorporación de abono verde, sobre el rendimiento del sistema de producción promisorio.

## 2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 2.1. Localización del experimento

La investigación se llevó a cabo a partir del segundo semestre de 1984 hasta el segundo semestre de 1986, en predios del Instituto Tecnológico de la Fundación para la Aplicación y Enseñanza de las Ciencias -FUNDAEC, ubicado en la vereda La Arrobleda, municipio de Santander de Quilichao, Departamento del Cauca. Los ensayos de campo se realizaron en suelos clasificados dentro del orden inceptisol de textura arcillosa, pH de 5.9, 3.26 ppm de fósforo y 0.025 ppm de Boro.

## 2.2. Parte I del ensayo.

Se estudió en primera instancia el comportamiento agronómico de tres abonos verdes. Canavalia, Crotalaria y Guandul se sembraron a 0.50 m entre surcos; Canavalia y Guandul se sembraron a 0.25 m entre plantas mientras para la Crotalaria se hizo a chorro corrido. Con base en muestras tomadas a partir de los 35 días posteriores a su siembra y hasta el momento de su incorporación, se evaluaron en lapsos de 15 a 20 días las siguientes variables: peso fresco de plantas completas (incluida raíz), peso seco y peso fresco de nodulos como también forma y color. Se tomaron para esto diez plantas por repetición en cada muestra.

Una vez realizada la incorporación manual de los abonos verdes, se dejaron descomponer para posteriormente sembrar los sistemas de producción maíz-soya, maíz-fríjol y maíz-caupí en surcos intercalados a 0.50 m y en densidades equivalentes a 40.000 plantas/ha para maíz y 200.000 plantas/ha para las leguminosas.

De cada leguminosa utilizada en los sistemas de producción se sembraron tres variedades. Para fríjol fueron ICA Calima, Bat 1297 y Línea 24; para soya fueron ICA Tunia, Soyica P-31 y Soyica P-32 y para Caupí se utilizaron TVX 289.4 g, TVU 1193-059 y Vita 3. El maíz usado fue el híbrido 260.

Se utilizó un diseño de bloques al azar, la siembra se realizó con arreglo en parcelas subdivididas con tres repeticiones. La parcela principal correspondía a los abonos verdes (180 m), las subparcelas a los sistemas de producción (60 m) y las subsubparcelas fueron determinadas por las variedades de leguminosas (20 m<sup>2</sup>). Con el fin de realizar comparaciones se establecieron subparcelas testigos con sus correspondientes subsubparcelas para evaluarlas según la fertilidad natural del suelo. El área total del ensayo fue de 1800 m<sup>2</sup>.

Para los sistemas de producción se tomó como variable principal el rendimiento. Para esto se cosecharon tres surcos de maíz y cuatro surcos de cada leguminosa, desechando 0.50 m de cabecera y 0.25 m de borde, obteniéndose un área útil de 14 m<sup>2</sup> por parcela.

Se tomó en cuenta una variable generada de tipo biológico, el rendimiento equivalente de maíz, definiéndose esta como la cantidad de maíz que se compra con la venta de la leguminosa producida y calculándose por la siguiente fórmula:

$$REM = P \text{ Maíz} + \frac{P \text{ Leguminosa} \times \$ \text{ Leguminosa}}{\$ \text{ Maíz}}$$

Se consideraron también dos variables de tipo monetario: el ingreso neto y la tasa de retorno marginal que se calculó como sigue:

$$TRM = \frac{\text{Ingreso Neto } T_1 - \text{Ingreso Neto } T \text{ testigo}}{\text{Costo de } P \text{ } T_1 - \text{Costo de } P \text{ } T \text{ testigo}}$$

## 2.3. Parte II del ensayo

Con base en los resultados obtenidos en la primera parte, se seleccionó el sistema de producción maíz-leguminosa promisorio para la zona, así como la variedad de mejor comportamiento de la respectiva leguminosa, la cual se sembró con el mismo híbrido de maíz.

Se estudiaron en esta segunda parte del ensayo tres modalidades sobre factor abono verde: la realización de una segunda incorporación de los abonos verdes, el efecto de una aplicación de fertilizante químico (150 kg/ha de Triple Quince más 25 kg/ha de Agri-mins) y el efecto residual.

Para comparación con lo anterior se establecieron parcela testigo sembrando el sistema de producción escogido, sustentado en la fertilidad natural del suelo.

Se consideraron las mismas variables tomadas en cuenta para los sistemas de producción en la primera parte, cosechando la misma área de parcela útil.

Se utilizó en esta segunda parte del ensayo un diseño experimental de bloques al azar con arreglo de tratamientos en parcelas divididas con tres repeticiones. La parcela principal correspondió al factor abono verde, las subparcelas a las modalidades de abonamiento: segunda incorporación, aplicación de abono químico y efecto residual. El área total del ensayo fue de 500 m, incluida la parcela testigo.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1. Comportamiento de los abonos verdes.

Las leguminosas utilizadas como abono verde no presentaron problemas fitosanitarios, ni manifestación de deficiencias nutricionales en el tiempo transcurrido de su siembra a la floración, la *Crotalaria* floreció a los 80 días, *Canavalia* a los 100 y el *Guandul* a los 120 días.

La nodulación para las tres leguminosas se incrementó al avanzar su ciclo vegetativo. La *Crotalaria* fue la de mejor comportamiento pesando sus nodulos al momento de la incorporación 5.41 g/planta (Cuadro 1), presentándose abundantes, agrupados, de forma irregular con un diámetro promedio de 7 mm y de color carne interno.

La *Canavalia* alcanzó el segundo lugar en cuanto al peso de nodulos a través de su desarrollo (3.44 g/p) sin embargo, al momento de incorporación este disminuyó notablemente (0.77 g/pl) (Cuadro 1). Los nodulos en *Canavalia* se presentaron de buen tamaño hasta 9 mm de diámetro, abundantes, de forma redonda y ovalada y de color carne interno. De las tres leguminosas evaluadas, el *Guandul* mostró menor peso de nodulos (2.57 g/pl) (Cuadro 1), caracterizándose estos por ser pequeños, con diámetro promedio de 4 mm, aislados y de color carne interno algunos y otros amarillos o blancos.

El diferente comportamiento de las leguminosas en cuanto a nodulación y fijación de nitrógeno, se explica por la presencia en el suelo de cepas nativas de *Rhizobium* específicas para los géneros *Crotalaria* y *Canavalia*. La disminución en nodulación tanto en *Guandul* como en *Canavalia* se debe a la corta vida activa de los nódulos de estos géneros al avanzar su ciclo vegetativo; lo cual se comprobó con la presencia más frecuente en *Canavalia*, de nódulos en descomposición y residuos de estos en el suelo al tomar las muestras correspondientes.

El contenido de materia seca fue aumentando en las leguminosas a medida que avanzó su desarrollo, presentándose para las tres su máximo valor al momento de incorporación con 2097, 1322 y 1238 kg/ha para *Crotalaria*, *Canavalia* y *Guandul* respectivamente. La *Crotalaria* acumuló el mayor contenido de materia seca en menor tiempo (80 días), observándose que su incorporación puede llevarse a cabo aún en menos tiempo (65 días) donde acumuló 2077 kg de materia seca/ha (Cuadro 2).

El menor contenido de materia seca del *Guandul* se puede explicar por el lento crecimiento del arbusto perenne. Mientras la *Crotalaria* presenta rápido crecimiento en virtud de su condición de planta anual herbácea, que tiende a estabilizarse a su incorporación, el *Guandul* muestra un contenido de materia seca que a la época de incorporarla tiende a mostrar incremento.

Según el porcentaje de nitrógeno, fósforo y calcio contenido en los tejidos de las leguminosas utilizadas como abono verde (Thomas et al, 1974), la *Crotalaria* fue la que hizo mayor aporte de N y P, adicionando el equivalente a 81 kg/ha y 6.7 kg/ha respectivamente. El *Guandul* incorporó 44 kg/ha de nitrógeno y 4 kg/ha de fósforo mientras la *Canavalia* adicionó de estos 35 kg/ha y 2 kg/ha respectivamente; esta leguminosa suministró el más alto aporte de calcio (29 kg/ha) indicando esto su buena capacidad de absorber este nutriente.

Cuadro 1

Peso de nódulos (g/planta) para tres leguminosas utilizadas como abono verde. Norte del Cauca 1984

Días después de la siembra	Guandul	Crotalaria	Canavalia
35	0.056	1.37	0.39
50	0.093	1.58	2.10
65	0.103	2.52	3.00
80	0.344	5.41	3.34
100	2.570		0.77
120	2.140		

Cuadro 2

Contenido de materia seca (kg/ha) para tres leguminosas utilizadas como abono verde. Norte del Cauca 1984

Días después de la siembra	Guandul	Crotalaria	Canavalia
35	23.0	199.0	86.0
50	55.0	519.0	235.0
65	177.0	2077.0	524.0
80	302.0	2097.0	1063.0
100	1041.0		1323.0
120	1238.0		

### 3.2. Influencia de los abonos verdes sobre el rendimiento de las leguminosas y del maíz en los sistemas de producción.

#### 3.2.1. Influencia sobre el rendimiento de leguminosas (Caupí-soya-fríjol).

El análisis de varianza y la prueba de significancia (DMS 10 o/o) mostraron diferencias para caupí y soya entre los rendimientos alcanzados al utilizar abono verde y el obtenido por sus respectivos testigos; en fríjol no se encontró respuesta significativa, pero se obtuvo 22 o/o más de producción (Cuadro 3).

Se encontró también diferencia significativa entre las especies utilizadas. En general, el caupí fue la leguminosa de mejor comportamiento (900 kg/ha) y el fríjol presentó las menores producciones (520 kg/ha). La variedad de caupí Vita 3 fue la de más alto rendimiento (989 kg/ha), pero no difirió significativamente con las otras variedades de esta especie.

El mejor comportamiento del caupí se explica si se tiene en cuenta su tolerancia a condiciones limitantes por acidez del suelo, su resistencia a climas extremos y al ataque de plagas y enfermedades (Mosquera, 1985).

#### 3.2.2. Influencia sobre el rendimiento de maíz.

La prueba de significancia (DMS 10 o/o) mostró que el maíz con el uso de abonos verdes alcanzó rendimientos estadísticamente diferentes del obtenido por el testigo, produciendo en promedio hasta 60 o/o más que este. Al considerar el rendimiento de maíz con cada leguminosa (caupí, soya, fríjol) el uso de abono verde permitió obtener rendimientos estadísticamente diferentes al testigo. Guandul y Crotalaria fueron los abonos de efecto más positivo sobre el rendimiento de maíz (Cuadro 3).

La respuesta positiva del maíz a la aplicación de abonos verdes está determinada en primer lugar por el aporte de nitrógeno sumi-

nistrado por estos y en segundo lugar por la gran demanda que de este elemento tiene el maíz en su ciclo vegetativo, lo cual se ha comprobado en diversos trabajos realizados con este cultivo, donde al evaluar su respuesta a fertilizantes nitrogenados, se han observado los beneficios de esta práctica (Rodríguez, 1972).

La prueba de significancia para los rendimientos de maíz mostró valores superiores con el uso de abonos verdes al sembrarlo asociado con las variedades de fríjol, mientras los menores se alcanzaron junto a caupí (Figura 1); no se observaron diferencias significativas entre las producciones de maíz al considerar las variedades pertenecientes a cada especie de leguminosa. El maíz alcanzó los mejores rendimientos asociado con fríjol, soya y caupí al sembrarse con las variedades ICA Calina, Soyica P-32 y Vita 3 respectivamente.

La alta incidencia del caupí sobre el rendimiento de maíz se debe a que esta es la especie más precoz y de buen desarrollo vegetativo, capacitándole esto para representar más competencia al maíz, lo que no ocurre con las otras especies utilizadas.

#### 3.2.3. Rendimiento equivalente de maíz (REM).

Esta variable generada expresó en una unidad los rendimientos de los componentes de los sistemas de producción y mostró en los análisis de varianza diferencias significativas debidas al uso de abono verde, con respecto al testigo, obteniéndose REM hasta un 35 o/o superiores (Cuadro 4).

El mayor valor de REM con el uso de abonos verdes dentro de los sistemas de producción se obtuvo con la asociación maíz-caupí (3771 kg/ha), el cual superó en 39 o/o al testigo. El REM obtenido considerando las diferentes variedades de leguminosas mostró el mayor valor en la asociación maíz-caupí Vita 3 (Cuadro 5).

Cuadro 3

Promedios de rendimiento de leguminosas y maíz (kg/ha) con el uso de abonos verdes. Norte del Cauca. 85 A.

Abono verde	Rendimiento de leguminosa	Rendimiento de maíz
	<u>Frijol</u>	
Crotalaria	609	1589
Canavalia	608	1637
Testigo	447	1000
Guandul	420	1687
Promedio con abono verde	545	1638
DMS (10 o/o)	201	236
	<u>Soya</u>	
Guandul	951	1462
Canavalia	720	1389
Crotalaria	685	1392
Testigo	615	961
Promedio con abono verde	785	1414
DMS (10 o/o)	92	144
	<u>Caupí</u>	
Crotalaria	1010	1320
Guandul	972	1260
Canavalia	873	1081
Testigo	760	704
Promedio con abono verde	952	1220
DMS (10 o/o)	144	209
Promedio general	732	1290

Cuadro 4

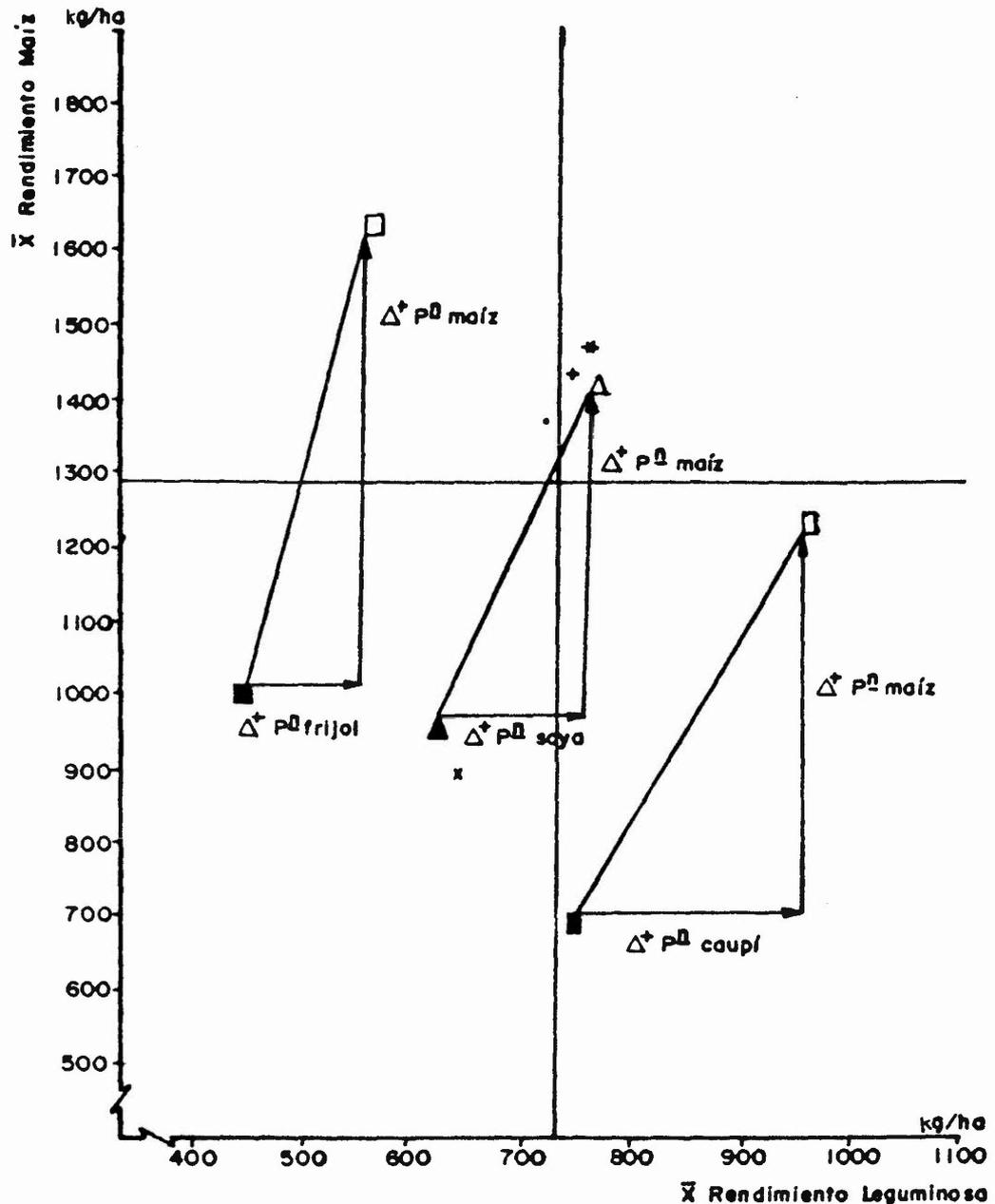
Rendimiento equivalente de maíz (REM) en kg/ha con el uso de abonos verdes. Norte del Cauca 85 A.

Abono verde	REM
Guandul	3433
Crotalaria	3304
Canavalia	3183
Testigo	2620
Promedio con abono verde	3306
DMS (10 o/o)	531

Cuadro 5

Rendimiento equivalente de maíz (REM) en kg/ha sistema de producción maíz-leguminosa. Norte del Cauca 85 A.

Variedades leguminosas	REM
Vita 3	3943
TVX 1193 - 059	3722
TVU 289 -49	3649
Promedio	3771
ICA Calima	3625
Bat 1297	3289
Línea 24	2288
Promedio	3401
Soyica P - 32	3116
Soyica P - 31	2433
ICA Tunía	2400
Promedio	2650
DMS (10 o/o)	649



- |                           |                              |
|---------------------------|------------------------------|
| □ Maíz-Frijol/Abono verde | ✱ Maíz-leguminosa/guandul    |
| ■ Maíz-Frijol/Testigo     | ✚ Maíz-leguminosa/crotalaria |
| △ Maíz-Soya/Abono verde   | • Maíz-leguminosa/canavieja  |
| ▲ Maíz-Soya/Testigo       | ✕ Maíz-leguminosa/testigo    |
| □ Maíz-Caupí/Abono verde  |                              |
| ■ Maíz-Caupí/Testigo      |                              |

Fig. 1. Efectos de abonos verdes sobre el rendimiento de maíz y leguminosa. Norte del Cauca 85 A.

### 3.2.4. Análisis monetario.

El ingreso neto (I N) logrado con el uso de abono verde fue 24 o/o superior en los sistemas maíz-fríjol y maíz-caupí con respecto a sus testigos. El mayor I N se alcanzó al utilizar abonos verdes sobre el sistema maíz-caupí el cual fue respectivamente 72 o/o y 18 o/o superior al obtenido por las asociaciones maíz-soya, maíz-fríjol. Por otra parte, el mejor comportamiento del sistema maíz-caupí mostró el mayor valor (0.89) de TRM (Cuadro 6).

### 3.3. Incidencia de modalidades de tratamiento en los abonos verdes sobre el sistema de producción maíz-caupí vita 3.

#### 3.3.1. Efecto sobre el rendimiento de caupí.

El análisis de varianza para los rendimientos de caupí presentó diferencias por el uso de abono verde. La prueba de significancia DMS 10 o/o mostró que estas eran significativas, obteniéndose con el uso de abonos verdes en promedio 789 kg/ha, superando en 55 o/o al testigo.

La aplicación de las diferentes modalidades de tratamiento a los abonos verdes mostró también diferencias significativas, siendo la segunda incorporación de estos y su efecto residual las que permitieron los mejores rendimientos, 413 y 401 kg/ha respectivamente, superando el primero al testigo en casi 50 o/o.

El mejor efecto de la segunda incorporación de abonos verdes y su efecto residual, ratifican la respuesta del caupí a este tipo de práctica, lo que se explica por su gran capacidad de competencia.

#### 3.3.2. Efecto sobre el rendimiento de maíz.

Las bajas producciones presentadas tanto para maíz como para caupí en esta parte del ensayo, están asociadas principalmente con condiciones climáticas de sequía en la época de floración; así para maíz el análisis estadístico no permitió encontrar diferencias por el uso de abonos verdes. Sin embargo, su utiliza-

ción sirvió para obtener 27 o/o más del rendimiento alcanzado por el testigo.

La prueba de significancia (DMS 10 o/o) para la modalidad de tratamiento mostró mejor rendimiento de maíz al realizar la segunda incorporación de abono verde (850 kg/ha), valor que difirió significativamente del alcanzado por el testigo (620 kg/ha).

El buen efecto de los abonos verdes sobre la producción de maíz, tanto en la primera como en la segunda parte de este experimento, confirman resultados anteriores donde se ha observado que este cultivo responde positivamente a la adición de nitrógeno orgánico, atribuyéndose esto a la disponibilidad regulada de este nutriente en forma de abonamiento, que así evita su pérdida total en caso de altas precipitaciones y garantiza el suministro en las diferentes etapas de desarrollo (Tisdale y Nelson, 1966).

#### 3.3.3. Rendimiento equivalente de maíz.

La prueba de significancia (DMS 10 o/o) para REM obtenidos con el uso de abonos verdes mostró diferencias estadísticamente significativas con respecto al testigo, alcanzándose hasta 40 o/o más de producción (Cuadro 7). Dentro de las modalidades de tratamiento introducidas, la segunda incorporación de abono verde permitió el mayor REM (1551 kg/ha) el cual, al igual que los alcanzados por las otras dos modalidades, difirió significativamente del testigo (1091 kg/ha).

#### 3.3.4. Análisis monetario.

Con Canavalia y Crotalaria se obtuvieron los mejores promedios de ingreso neto en las diferentes modalidades de tratamiento, siendo la mejor modalidad (\$ 72739) aquella donde se probaba el efecto de una segunda incorporación de abonos verdes, la cual superó en 32 o/o al testigo.

La tasa de retorno marginal (TRM) mostró su mejor valor (15.0) al evaluar el efecto residual de los abonos verdes. Las otras dos mo-

Cuadro 6

Análisis monetario del sistema de producción maíz - leguminosa. Norte del Cauca. 85 A.

Sistema de producción	Tratamiento	Valor de Pn		Costo de Pn		Ingreso neto (IN) \$	Tasa de retorno marginal (TRM)
		\$		\$			
Maíz - leguminosas	Testigo	66462**		20879(1)*		45583	
Maíz - leguminosas	Abono verde	86897		35099		51798	0.43
Maíz - frijol	Testigo	63956		18629*		45327	
Maíz - frijol	Abono verde	88953		32849*		56104	0.76
Maíz - soya	Testigo	51434		17954*		33480	
Maíz - soya	Abono verde	70541		32174*		38367	0.34
Maíz - caupí	Testigo	71511		17954*		53557	
Maíz - caupí	Abono verde	98337		32174*		66163	0.89
Maíz - leguminosas	Testigo	68830		20879		47951	
Maíz - leguminosas	Canavalia	83665		34099		49566	0.12
Maíz - leguminosas	Crotalaria	86828		34199		52629	0.35
Maíz - leguminosas	Guandul	90202		34399		55803	0.58

\* Costos de producción calculado restando del costo de producción total (1)\* el valor de las semillas de las leguminosas no incluidas en el sistema de producción.

\*\* Leguminosas con precio promedio de las tres utilizadas (\$ 66).

Cuadro 7

Rendimiento equivalente de maíz con el uso de abonos verdes y con diferentes modalidades de tratamiento. Norte del Cauca. 86 A.

Abono verde	Rendimiento equivalente de maíz (kg/ha)
Canavalia	1687.0
Crotalaria	1498.0
Guandul	1378.0
Testigo	1091.0
DMS (10 o/o) : 273.0	
$\bar{X}$ : 1521	
Modalidad	
Reincorporación	1551.0
Abono químico	1365.0
Efecto residual	1324.0
Testigo	1091.0
DMS (10 o/o) : 197.0	
$\bar{X}$ : 1413	
Abono verde x modalidad	
Canavalia + Abono químico	1785.0
Guandul + Reincorporación	1775.0
Canavalia + Reincorporación	1688.0
Crotalaria + Reincorporación	1651.0
Canavalia + Ef. residual	1588.0
Crotalaria + Ef. residual	1479.0
Crotalaria + Abono químico	1363.0
Guandul + Abono químico	1220.0
Guandul + Ef. residual	1163.0
Testigo	1091.0
DMS (10 o/o) : 342.0	
$\bar{X}$ : 1520	

dalidades presentaron valores positivos, indicando los beneficios de introducir este tipo de tecnologías.

### 3.4. Efecto de los abonos verdes sobre el sistema de producción maíz-caupí a través del ensayo.

#### 3.4.1. Efecto de los abonos verdes sobre el rendimiento de caupí y maíz a través del ensayo.

En el análisis global se consideró el desarrollo del sistema de producción maíz-caupí en dos semestres de condiciones de precipitación diferente en la periodicidad de las lluvias, situación en la que el agricultor comunmente lleva a cabo su proceso productivo. Para realizar el análisis estadístico se tomaron los rendimientos correspondientes a la asociación maíz-caupí vita 3 en la primera parte del ensayo, tomando en la segunda las producciones de este mismo sistema obtenidas al evaluar el efecto residual de los abonos verdes.

La prueba de significancia (DMS 10 o/o) mostró diferencias entre rendimientos de caupí por el uso de abonos verdes, siendo significativas entre los rendimientos obtenidos con *Crotalaria* (843 kg/ha) con respecto al testigo y superior en un 32 o/o. La utilización de abono verde en caupí permite obtener al agricultor un 12 o/o más de producción que el alcanzado si no fertilizara el suelo.

La prueba de significancia (DMS 10 o/o) no presentó diferencias significativas entre rendimientos con el uso de abonos verdes, que se atribuye a la inclusión de los bajos rendimientos obtenidos al evaluar el efecto residual de los abonos verdes. No obstante la práctica de abonamiento verde en general permite obtener 53 o/o más de rendimiento que el alcanzado por el testigo (626 kg/ha).

#### 3.4.3. Rendimiento equivalente de maíz (REM).

La prueba de significancia (DMS 10 o/o) para el REM mostró diferencia significativa

entre *Crotalaria* (2926 kg/ha) con respecto al testigo, pero no en comparación con los otros abonos evaluados. El uso de esta práctica en general permitió obtener REM que fueron superiores en 21 o/o con respecto al testigo (2198 kg/ha).

El no encontrar diferencias estadísticas entre los rendimientos del sistema maíz-caupí con el uso de los diferentes abonos verdes permite su buena respuesta a cualquiera de ellos; sin embargo el uso de *Crotalaria* permitió obtener un REM superior en 214 kilos con respecto al Guandul y de 609 kilos sobre Canavalia, lo cual sugiere que es el abono verde más recomendable para este sistema de producción, que además tienen la ventaja de su precocidad (65 días) y la facilidad de nodulación en cualquier suelo.

## 4. CONCLUSIONES

- 4.1. De las leguminosas utilizadas como abono verde, la *Crotalaria* (*Crotalaria juncea*) es la más adecuada para ser utilizada con este fin, dado su precocidad, aporte de nitrógeno al suelo y efecto positivo sobre los sistemas de producción.
- 4.2. La respuesta de las leguminosas a los abonos verdes requiere más investigación que confirme los beneficios de esta práctica en esta familia de plantas.
- 4.3. La incorporación de abonos verdes afectó positivamente la producción de maíz, obteniéndose rendimientos que difirieron estadísticamente de los alcanzados por el testigo.
- 4.4. La segunda incorporación de abonos verdes tuvo efecto positivo sobre los rendimientos del sistema de producción maíz-caupí, los cuales difirieron estadísticamente de los presentados por el testigo.
- 4.5. El análisis del efecto de los abonos verdes sobre el sistema de producción maíz-caupí a través de todo el ensayo mostró res-

puesta a cualquiera de ellos lograndose rendimientos estadísticamente diferentes a las del testigo. La *Crotalaria* permitió obtener las más altas producciones.

## 5. BIBLIOGRAFIA

1. BUCKMAN, H. O; BRADY, N. C. *Naturaleza y propiedades de los suelos*. Barcelona Montaner y Simón, 1970. 590 p.
2. MOSQUERA, E. *Caracterización y evaluación de diez leguminosas con dos niveles de tecnología en suelos ácidos*. Tesis de grado. Palmira, Universidad Nacional de Colombia, 1985.
3. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. *Tropical legumes; resources for the future*. Washington, 1979.
4. RODRIGUEZ, M. J. *Algunos aspectos del cultivo de maíz*. Revista ICA, v. 7, n. 2. p. 89 - 104. Junio, 1972.
5. THOMAS, E. J. et al. *Tabla de composición de alimentos de América Latina; Abreviada*. Gainesville, Universidad de Florida, 1974.
6. TISDALE, S. L.; NELSON, W. L. *Soils and soil fertility*. New York, McGraw-Hill, 1966.