

# RESPUESTA DEL MAÍZ AL NITRÓGENO Y LA ROTACIÓN CON CANAVALLIA, BAJO DOS TIPOS DE LABRANZA. RÍO HATO, PANAMÁ, 1993-94<sup>1</sup>

Román Gordón<sup>2</sup>, Jorge Franco<sup>2</sup>, Nivaldo De Gracia<sup>2</sup>, Andrés González<sup>2</sup>

## RESUMEN

**Respuesta del maíz al nitrógeno y la rotación con Canavalia, bajo dos tipos de labranza. Río Hato, Panamá, 1993-94.** Se realizó un experimento en dos años consecutivos para evaluar la respuesta del maíz a tres dosis de N (0, 75 y 150 kg de N en forma de urea/ha), bajo el sistema de siembra en rotación del maíz con la leguminosa *Canavalia ensiformis*, comparado con una siembra sin leguminosas. Las parcelas de rotación se establecieron al inicio de la época lluviosa (mayo). En septiembre de cada año se sembró un experimento con maíz. El mismo consistió en evaluar dos tipos de labranza. Se evaluaron dos sistemas de labranza, incorporando la leguminosa y dejándola sobre la superficie del suelo. Además de evaluar el aporte de la parte aérea de las leguminosas, así como el efecto de sus componentes (forraje y raíces), se evaluó la dinámica del nitrógeno y cuantificó la equivalencia del N aportado por la canavalia. Se utilizó un diseño experimental de parcelas sub-divididas, las parcelas principales fueron los sistemas, arreglados en Bloques Completos al Azar, con tres repeticiones, en las sub-parcelas se evaluó la labranza y en las sub parcelas las dosis de N. Se encontró una respuesta altamente significativa para: 1- el efecto residual de los sistemas de labranza, 2- la respuesta de la aplicación del N y 3- la interacción Dosis de N x Sistemas, resultó altamente significativa.

## ABSTRACT

**The response of maize towards application of nitrogen, in rotation with Canavalia, under two cultivation types, at Río Hato, Panamá, 1993-94.** An experiment was carried out for two consecutive years in order to evaluate the response of maize to the legume *Canavalia ensiformis*, and compared to a crop without legumes. The rotative plots were established at the beginning of the rainy season (May). In September of each year we planted another experiment with rice. We evaluated two types of cultivation: one consisting of the incorporation of present legumes and weeds, present in the field before showing, and the other one consisted of leaving them on the surface. We evaluated four systems: one plot where we cut the legumes and left the waste on the site (CanR + F); another plot where the legume grew, and then we cut the vegetative section of the plant and extracted the waste out of the plot (CanR); another plot with no legume and where we dumped the waste from the preceding plot (CanF), and the last plot with no legumes at all (SLeg). We found a highly significant response to the residual effect of the systems, and the group with the highest yielding was the CanR and also the CanR+F, with 5.39 and 5.28 t/ha, respectively, followed by the SLeg plot, with a yield of 2.50 t/ha. The response to N application was also very significant, with average yields of 2.82, 4.54 and 4.99 t/ha, for levels of 0,75 and 150 kg of N/ha, respectively. The interaction of N Doses X Systems was highly significant.



## INTRODUCCION

El uso de leguminosas, como abonos verdes, es un método utilizado desde hace muchos años. Varios autores han informado de los beneficios de incorporar leguminosas de cobertura con el fin de incorporar nitrógeno (Wade y Sánchez, 1983; Yost, Evans, Saily, 1985 y Barreto, *et al.*, 1992). Bouldin, Quintana, Suheta, (1989) encontraron que se pueden sustituir hasta 170 kg de N, con leguminosas de cobertura. Burle, *et al.* (1992), encontraron que la *Canavalia brasiliensis* y la *Mucuna*

*aterrima*, son especies promisorias por su tolerancia a estrés hídrico y rápido crecimiento. Estos autores descubrieron que el maíz obtuvo hasta 80 kg de N/ha, provenientes de la canavalia. Durante 1992 Gordón, *et al.* (1994), evaluaron *Mucuna deeringianum* (*mucuna*) y *Canavalia ensiformis* (*canavalia*), sobresaliendo la canavalia. El rendimiento de maíz, en las parcelas en rotación con canavalia, superaron a las parcelas sin leguminosas, en 1,85 t/ha. El análisis económico de este ensayo determinó, que la dosis óptima de N para aplicar en este sistema fue de 54 kg/ha, mientras que, en las parcelas

<sup>1</sup> Presentado en la XLII Reunión Anual del PCCMCA en El Salvador, Centroamérica, 1996

<sup>2</sup> Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Centro Regional Agropecuario de Azuero, Panamá.

que no tenían leguminosas en relevo, la dosis óptima fue de 139 kg/ha, produciendo un ahorro de 85 kg de N/ha. En 1993, Gordón (1994) realizó un experimento similar en donde evaluó el efecto de los componentes de las plantas (raíces y follaje) por separado, encontrando diferencias en la respuesta del maíz en cada sistema.

El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar los requerimientos de nitrógeno en forma de urea, para la producción del maíz en monocultivo, bajo un sistema de siembra alterno de canavalia en mayo y maíz en setiembre.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos consecutivos (1993 y 1994), en la finca Río Hato Sur, Provincia de Coclé, República de Panamá, la cual está ubicada a unos 25 msnm. Se evaluó la respuesta del maíz a tres dosis de nitrógeno (0, 75 y 150 kg N/ha), bajo el sistema de siembra de rotación del maíz con la leguminosa *Canavalia ensiformis*, además de una siembra sin leguminosas. La leguminosa fue sembrada al inicio de la época lluviosa (mayo) y el maíz en setiembre del mismo año. Se evaluaron dos tipos de labranza, uno consistió en incorporar las leguminosas y malezas antes de la siembra (labranza convencional) y el otro en dejarlas sobre la superficie del suelo (labranza de conservación).

Para la realización de este ensayo se contó con cuatro parcelas, de un área de 324 m<sup>2</sup> (27 x 12 m):

- 1) Parcela donde creció la Canavalia, luego en setiembre se cortó el forraje y se dejó todo este material sobre la misma. Corresponde al efecto de ambos componentes de la planta (raíces y forraje) y del mejoramiento del suelo. Se le denominó Canavalia Raíces + Forraje (CanR+F).
- 2) Parcela donde creció la Canavalia, luego se cortó toda la parte vegetativa de las plantas y se extrajo este forraje de la parcela, quedando únicamente en la misma, las raíces de las leguminosas y el efecto del mejoramiento del suelo. Corresponde al sistema denominado Canavalia-Raíces (CanR).
- 3) Parcela sin leguminosas, que en setiembre se le colocó todo el forraje de la Canavalia que había en la parcela mencionada en el punto 2. Esta fue considerada como el Sistema Canavalia-Forraje (CanF).
- 4) Una parcela sin leguminosas (SLeg).

El suelo donde se sembró el experimento es franco-arenoso con aproximadamente 5% de pendiente y con fertilidad de media a baja. Se realizó un análisis del suelo en mayo y otro antes de la siembra del maíz (setiembre) (Cuadro 1). En este ensayo se utilizó el híbrido de maíz P-8916.

El diseño experimental utilizado fue el de parcelas sub-divididas (Sistemas x Labranza x Dosis de N). Las parcelas principales fueron arregladas en bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela principal fue el Sistema. Las subparcelas fueron el tipo de labranza (convencional y conservación), mientras que las subparcelas fueron las dosis de nitrógeno.

**Cuadro 1.** Análisis de suelo, para cada parcela en rotación, Río Hato, Panamá, 1993-94.

Sistema	pH	A-L-Arc	P	K	Ca	Mg	Al	M.O.	Fe	Zn
Canavalia										
mayo 1993	5,6	66-18-18	1,6	117,5	0,9	0,2	0,1	2,68	1,0	0,7
setiembre 1993	5,8	70-16-14	2,6	208,8	0,9	0,2	0,1	2,01	1,5	0,5
mayo 1994	5,8	70-16-14	2,6	210,8	0,8	0,2	0,1	2,35	1,5	0,5
setiembre 1994	5,6	66-14-20	4,1	255,0	1,3	0,3	0,1	2,80	1,9	0,3
Sin Leguminosas										
mayo 1993	5,6	58-20-22	1,7	94,1	0,9	0,6	0,1	2,28	1,7	0,4
setiembre 1993	5,8	70-16-14	1,9	180,0	0,6	0,2	0,1	2,55	1,1	0,2
mayo 1994	5,8	76-18-16	1,5	47,0	0,6	0,2	0,1	1,74	1,0	1,3
setiembre 1994	5,8	62-18-20	5,0	82,3	0,9	0,2	0,2	2,10	3,6	0,3

P, K, Fe y Zn = ( g/ml

Ka, Mg y Al= meq/100 ml

M.O.= %

La parcela considerada como labranza convencional, consistió en una parcela en la que se procedió a dar tres pases de rastra liviana, incorporando todo el material vegetativo (forraje), que se encontraba en la superficie (leguminosas y malezas). La parcela de labranza de conservación, consistió en una parcela que no se preparó, sólo se chapeó la leguminosa y/o maleza (según el Sistema) y posteriormente se le aplicó el herbicida Glifosato a razón de 4 l/ha.

El tamaño de las unidades experimentales fue de cuatro surcos de maíz de 5,5 m de largo, separados a 0,75 m entre hileras y 0,50 m entre golpes, dejando dos plantas por golpe, para una densidad teórica de 5,33 plantas/m<sup>2</sup>. El control de malezas después de la siembra del maíz, se realizó con la aplicación de la mezcla de atrazina más pendimetalina a razón de 2,0 + 2,0 l/ha, con posteriores limpiezas manuales, por escapes del control de algunas malezas. La fertilización consistió de la aplicación al momento de la siembra de 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha más la mitad del nitrógeno. En 1994 se le aplicó, además del fósforo y el nitrógeno, la cantidad de 20 kg de S en forma de Ca<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-2H<sub>2</sub>O. El resto del nitrógeno se aplicó en forma de urea 30-35 días después de la siembra (dds). Se tomaron datos del peso y contenido de N de las leguminosas, al momento de cortarlas, contenido de nitrógeno en la hoja de la mazorca al momento de la floración, número de plantas y mazorcas a la cosecha, rendimiento y porcentaje de humedad del grano. La precipitación de esta localidad en los dos años de los experimento se observa en el Cuadro 2.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis estadístico indicaron que hubo diferencias altamente significativas para las variables del rendimiento y algunos de sus componentes en los distintos factores estudiados, así como en algunas de las interacciones (Cuadro 3). En el análisis estadístico se observó que los factores Leguminosas, Dosis de N y Año absorbieron la mayor parte de la variación del experimento (93,5%), con un 38,1, 29,9 y 25,5%, respectivamente. Los otros componentes, a pesar de que ciertos presentan diferencias estadísticas, sólo alcanzaron el 7,5% de la variación total del experimento para la variable rendimiento de grano. Los otros componentes del rendimiento o variables de respuestas siguieron la misma tendencia que la observada en el rendimiento.

### Producto de canavalia

El porcentaje promedio de nitrógeno en tallos más hojas de canavalia fue de 3,20%. La cantidad de mate-

**Cuadro 2.** Precipitación pluvial (mm) en el campo Experimental de Río Hato, Panamá, desde mayo hasta diciembre de 1993-94.

Mes	Días		
	1-10	11-20	21-30/31
1993			
may	52,7	42,5	35,0
jun	0,0	7,5	100,0
Jul	59,9	31,0	31,4
ago	23,2	37,5	104,3
sep	22,4	12,6	59,9
oct	0,0	62,0	4,6
nov	32,5	142,8	83,5
dic	0,0	25,1	0,0
1994			
may	55,0	97,9	103,5
jun	17,0	40,7	81,0
jul	40,7	11,8	4,9
ago	109,7	6,3	70,8
set	4,5	21,5	68,5
oct	128,7	45,9	80,2
nov	74,4	67,5	29,3
dic	29,0	0,0	0,0

ria seca en las parcelas de canavalia, al momento de realizar el corte fue de 5,88 y 6,02 t/ha, para 1993 y 1994, respectivamente. Esto equivale a incorporar 188 y 192 kg de N/ha, en agosto de ambos años (Cuadro 4). La diferencia en el rendimiento de materia seca del forraje entre los dos años, se debió principalmente a la distribución de las lluvias durante el período de crecimiento de la leguminosa.

### Efecto residual de la canavalia

Hubo una respuesta altamente significativa por el efecto residual de la canavalia y los distintos sistemas evaluados. Los rendimientos más altos se obtuvieron en las parcelas que tenían la canavalia y por último la parcela sin rotación con leguminosas. Esta respuesta indica que la siembra de la canavalia favoreció al cultivo.

Con relación a los sistemas, se encontró que el grupo de más alto rendimiento estuvo formado por CanR y CanR+F con 5,39 y 5,28 t/ha, respectivamente (no hubo diferencias estadísticas entre ellos). Luego le siguió CanF (3,58) y por último la parcela SLeg con un rendimiento de 2,50 t/ha. Este mismo orden se observó en los componentes peso de la mazorca y mazorcas por planta,

**Cuadro 3.** Análisis de varianza de las variables rendimiento de grano y sus componentes, Río Hato, Panamá, 1993-94.

F de Variación	Cuadrados Medios					
	g.l.	Rend	Pmz <sup>1</sup>	Ptm <sup>2</sup>	Mzm <sup>2</sup>	Mz/pta
Año	1	42,85** 2	9728**	1,89**	10,94**	0,18**
Rep(Año)	2	0,30	102	0,01	0,04	0,002
Leg	3	63,91**	19587**	0,42**	7,83**	0,29**
Rep x Leg	6	0,30	63,5	0,07	0,13	0,003
Lab	1	0,28 <sup>n.s.</sup>	2,81 <sup>n.s.</sup>	0,03 <sup>n.s.</sup>	0,39 <sup>n.s.</sup>	0,02 <sup>n.s.</sup>
Leg x Lab	3	0,47 <sup>n.s.</sup>	78,6 <sup>n.s.</sup>	0,01 <sup>n.s.</sup>	0,11 <sup>n.s.</sup>	0,003 <sup>n.s.</sup>
RepxLab(Leg)	8	1,15	231,1	0,04 <sup>n.s.</sup>	0,21	0,01
Nit	2	50,32**	11674**	0,73 <sup>n.s.</sup>	13,41**	0,34**
Leg x Nit	6	2,22**	877**	0,10	1,74**	0,07**
Lab x Nit	2	1,24**	244*	0,13**	0,14 <sup>n.s.</sup>	0,01 <sup>n.s.</sup>
LegxLabxNit	6	0,31 <sup>n.s.</sup>	100,8 <sup>n.s.</sup>	0,11 <sup>n.s.</sup>	0,28*	0,01 <sup>n.s.</sup>
LegxAño	3	2,13**	1077**	0,13 <sup>n.s.</sup>	2,58**	0,11**
LabxAño	1	0,03 <sup>n.s.</sup>	7,8 <sup>n.s.</sup>	0,005 <sup>n.s.</sup>	0,12 <sup>n.s.</sup>	0,001 <sup>n.s.</sup>
NitxAño	2	0,02 <sup>n.s.</sup>	197*	0,06 <sup>n.s.</sup>	3,81**	0,15**
LegxLabxAño	3	1,61**	514**	0,09 <sup>n.s.</sup>	0,26 <sup>n.s.</sup>	0,01 <sup>n.s.</sup>
LegxNitxAño	6	0,17 <sup>n.s.</sup>	119 <sup>n.s.</sup>	0,10 <sup>n.s.</sup>	0,67**	0,02**
LabxNitxAño	2	0,22 <sup>n.s.</sup>	235*	0,0002 <sup>n.s.</sup>	0,15 <sup>n.s.</sup>	0,004 <sup>n.s.</sup>
Error	80	0,204	70,4	0,069	0,131	0,004
C.V. (%)		10,86	10,15	5,18	7,53	7,25

<sup>1</sup> Pmz= Peso de mazorcas Ptm<sup>2</sup> y Mzm<sup>2</sup>= plantas y mazorcas/m<sup>2</sup> Mz/Pt=Mazorcas/planta

<sup>2</sup> \*, \*\*, \*\*\* se refieren a P<F de 10;5;1 y 0;1%, respectivamente. <sup>n.s.</sup> No significativa estadísticamente.

**Cuadro 4.** Producción de materia seca de canavalia, Río Hato, Panamá, 1993-94.

Canavalia	Rend t/ha	%N	kg N/ha
	1993		
Mat. verde	5,88	3,2	188,1
	1994		
Mat. verde	6,02	3,2	192,6

siendo sus diferencias significativas al 1 y 5%, respectivamente. Esto indica que la siembra de las leguminosas antes del maíz, favoreció el rendimiento y los otros componentes de rendimiento del cultivo.

El número de plantas/m<sup>2</sup> presentó diferencias significativas al 2%, en donde el promedio de la población de los diferentes sistemas estuvo entre 5,19 a 4,94 plantas/m<sup>2</sup>. El número de mazorcas/m<sup>2</sup> presentó diferencias al 1 % de probabilidad, observándose el promedio más bajo en el sistema SLeg con 4,16 mazorcas/m<sup>2</sup>. Con relación al tamaño de la mazorca, las más grande se lo-

graron con los sistemas CanR y CanR+F con 105 y 100 g/mazorca, mientras que los tamaños más pequeños se obtuvieron con los sistemas CanF y SLeg (Cuadro 5).

Los resultados muestran que el sistema que sólo contenía las raíces (CanR), logró rendimientos superiores en comparación al sistema que evaluaba el efecto del forraje (CanF). Esto sugiere que la mayoría del N que acumulan las hojas y tallos de las leguminosas, no es aprovechado por el cultivo en rotación. Las ganancias o respuestas positivas observadas en las parcelas

**Cuadro 5.** Rendimiento de grano y sus componentes, según sistemas evaluados, Río Hato, Panamá, 1993-94.

Sist	Rend. t/ha	Ptm <sup>2</sup>	Mzm <sup>2</sup>	Pmz g	MzPt
CanR	5,39	5,16	5,08	105	0,98
CanR+F	5,28	5,19	5,28	100	1,01
CanF	3,58	4,94	4,74	74	0,96
SLeg	2,50	5,10	4,16	53	0,81

que sólo contenían las raíces, por su parte, sugieren que el mejoramiento físico que puede sufrir el suelo, además de la cantidad de N que es fijado durante el crecimiento o desarrollo de las leguminosas, así como, el contenido de N que tienen las raíces, son aprovechados o revierten en mayores beneficios para el cultivo de rotación. Además, debido al crecimiento de las raíces de la leguminosa, se pudo aumentar el contenido de micorrizas en el desarrollo del cultivo en rotación.

La respuesta de la aplicación del nitrógeno fue altamente significativa. Los rendimientos obtenidos para el promedio de las dosis de 0,75 y 150 kg de N/ha fue de 2,82, 4,54 y 4,99 t/ha, respectivamente. Con relación al peso de las mazorcas se observó que a medida que se aumenta la cantidad de N, el tamaño de la mazorca fué mayor. Para las variables plantas/m<sup>2</sup> y mazorcas/m<sup>2</sup> se observó que los promedios más bajos se encuentran en las parcelas sin nitrógeno (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Rendimiento de grano y sus componentes, según dosis de N aplicadas, Río Hato, Panamá, 1993-94.

Dosis de N	0	75	150
Rend (t/ha)	2,82	4,54	4,99
Pmz (g)	61,87	89,09	95,12
Mz/Pt	0,83	0,98	1,00
Ptm <sup>2</sup>	4,93	5,13	5,20
Mzm <sup>2</sup>	4,12	5,02	5,21

### Efecto de la labranza

En relación con el sistema de labranza, el mismo no mostró diferencias estadísticas, aunque, el promedio de las parcelas en labranza de conservación fue mayor, que las parcelas en labranza convencional (4,2 y 4,1 t/ha, respectivamente). La precipitación pluvial errática que se presenta comúnmente en esta zona del país, parece favorecer a las parcelas con residuos sobre la superficie, de tal manera que la poca humedad existente se conserva mejor.

Los otros componentes de rendimiento no mostraron diferencias significativas entre sí (Cuadro 7). Resultados similares encontró Gordón *et al.* (1994), de manera que el efecto de disminuir las pérdidas de la humedad del suelo, sumado al efecto positivo encontrado en los sistemas que sólo incluyen las raíces, indican que es mejor dejar las plantas de la leguminosa a manera de mantillo y practicar la labranza de conservación. Contrario a estos resultados, Costa, Bouldin, Suhel (1990), encontraron que las parcelas donde no se incorporaban

**Cuadro 7.** Rendimiento y sus componentes, según tipo de labranza, Río Hato, Panamá, 1993-94.

Labranza	Convencional	Conservación
Rend	4,11	4,20
Pmz	82,31	82,88
Mz/Pt	0,93	0,95
Mzm <sup>2</sup>	4,75	4,85
Ptm <sup>2</sup>	5,08	5,11

las leguminosas rendían menos, en comparación con las que sí hubo incorporación, debido a que en las no incorporadas había mayores pérdidas de nitrógeno.

### Respuesta de los sistemas a las dosis de nitrógeno

La respuesta de la aplicación del N fue altamente significativa y dependió del manejo de los residuos de las leguminosas. En el análisis de varianza se observó que la interacción leguminosas por dosis de N fue significativa ( $P < 0,01$ ). Además del análisis de varianza, se realizó un análisis para determinar la curva de rendimiento máximo estable (plateau) en función de las dosis de N aplicado en forma de urca, para cada sistema (Cuadro 8).

El aporte de N al cultivo, por parte de los sistemas evaluados, se puede observar en el rendimiento del maíz en el intercepto de la curva con el eje del rendimiento, el cual representa el rendimiento del cultivo cuando no se aplica N al sistema. En el sistema SLeg, el valor del intercepto fue de 0,81 t/ha. Este bajo rendimiento se puede explicar, por el bajo contenido de materia orgánica que muestran los distintos análisis del suelo en esta parcela. El incremento en el rendimiento de grano sin aplicar N a los sistemas CanR+F y CanR, fue significativamente superior, ya que, el valor del intercepto fue de 4,72 y 4,24 t/ha. Estos valores superan al testigo SLeg por el orden de 3,91 y 3,43 t/ha, respectivamente (Cuadro 8).

En este análisis se encontró que el rendimiento máximo (plateau) que se puede obtener en el sistema SLeg es de 3,86 t/ha, el cual es superado por los sistemas CanR, CanR+F en más de 1,5 t/ha, ya que, el plateau en estos fue de 5,91 y 5,50 t/ha, para cada sistema respectivamente. Este incremento en el techo del rendimiento, que se puede lograr implementando la rotación de la Canavalia en la producción del maíz, mejoraría la eficiencia de los productores en un 43 a 54%.

El punto de inflexión de las curvas, indica la dosis en la cual la respuesta del cultivo permanece estable, es

**Cuadro 8.** Valores para la curva de respuesta del rendimiento de grano, en función de las dosis de N aplicada, Río Hato, Panamá, 1993-94.

Sistemas	Intercepto ( $b_0$ )	Pendiente ( $b_1$ )	RendMáximo (Plateau)	Dosis N de inflexión	R <sup>2</sup>
Can R+F	4,72	0,020	5,50	39	0,71*
Can R	4,24	0,055	5,91	30	0,97**
Can F	2,14	0,060	4,30	36	0,94**
S Leg	0,81	0,027	3,83	110	0,94**

\*, \*\* se refieren a P>F de 1 y 0,1%, respectivamente.

decir, el rendimiento no aumenta por incrementos en las dosis de N aplicado. Al analizar los valores encontrados se observa como en el sistema SLeg se necesitan 110 kg/ha, para lograr el rendimiento máximo, mientras que en los sistemas que involucran la canavalia, la dosis óptima varió entre 30 a 40 kg N/ha. Esta reducción implica un ahorro significativo en la utilización de urea en la producción del cultivo.

Se debe señalar que el efecto de la rotación de las leguminosas, parece involucrar algo más que el aporte de N calculado en base a la producción de biomasa, como lo puede ser, el mejoramiento en la estructura del suelo o algunos componentes que no se pudieron medir en este trabajo.

#### Interacción sistemas por dosis de nitrógeno

La dosis de cero nitrógeno, fue el factor que más reducción produjo en el número de mazorcas por planta, en las parcelas SLeg. Alrededor de un 42% de plantas abortaron las mazorcas en el nivel de 0 N, en comparación con los niveles de 75 y 150 kg con 13 y 4% de aborto, respectivamente. En los sistemas CanR+F y CanR no se observó este efecto, ya que el porcentaje de aborto fue menor del 5%, para todos los niveles. En el sistema CanF, el nivel de 0 N presentó 14% de plantas sin mazorcas. Los factores, plantas/m<sup>2</sup>, mazorcas/m<sup>2</sup>, peso de mazorca y número de mazorcas/planta, explican el porqué se obtuvieron bajos rendimientos con la dosis de cero N (Cuadro 9).

Cuando se observa el promedio general (a través de dosis) de los distintos sistemas, los datos sugieren que el forraje de la canavalia no tuvo mucho aporte en el rendimiento, ya que, no hubo diferencias significativas entre los sistemas CanR y CanR+F (6,01 vs 6,00 y 4,73 vs 4,59 t/ha, para los años 1993 y 1994, respectivamente).

**Cuadro 9.** Medias de rendimiento de grano y mazorcas por planta, obtenidos en el ensayo de rotación, según sistemas y dosis de N, Río Hato, Panamá, 1993-94.

Sistemas	Dosis de N		
	0	75	150
Rend (t/ha)			
Can R+F	4,68	5,43	5,56
Can R	4,25	5,86	5,96
Can F	2,14	4,02	4,56
S Leg	0,81	2,87	3,83
Maz/planta			
Can R+F	0,99	1,04	1,01
Can R	0,93	1,01	1,01
Can F	0,87	0,98	1,03
S Leg	0,58	0,88	0,96

**Cuadro 10.** Medias de rendimiento de grano obtenidos en el ensayo de rotación, según sistemas, dosis de N y año, Río Hato, Panamá, 1993-94.

Sistemas	0	75	150	Prom
1993				
CanR	4,77	6,56	6,72	6,01
CanR+F	5,60	6,10	6,17	6,00
CanF	2,41	4,07	4,85	3,78
1994				
CanR	3,61	5,19	5,19	4,73
CanR+F	3,94	4,76	4,96	4,59
CanF	1,87	3,96	4,33	3,39

Al analizar la interacción LegxDosis en ambos años, se observó que al pasar de la dosis de 0 a 75 kg N/ha en el sistema CanR, hubo una ganancia de 1,76 y 1,58 t/ha, que representaron un 36,9 y 43,8% de incremento, con respecto a la dosis de 0N. Por el contrario, en el sistema CanR+F, el incremento en la dosis sólo aumentó los rendimientos en 0,50 y 0,82 t/ha (8,9 y 20,8% de incremento). En ambos años el nivel de ON en el sistema CanR+F superó al rendimiento observado en el sistema de CanR. En el sistema CanF, este incremento de dosis representó un porcentaje mayor del rendimiento (68,9 y 111,7%). En los tres sistemas que involucraron la rotación con canavalia, se observó que no hubo respuesta a la aplicación de nitrógeno, cuando se pasó de la dosis de 75 a 150 kg N/ha (Cuadro 10).

### LITERATURA CITADA

- BARRETO, H.J.; PÉREZ, C; FUENTES, M.R; QUEMÉ, J.L. 1992. Efecto de dosis de urea-N, insecticida y genotipo en el comportamiento del maíz (*Zea mays* L.) bajo un sistema de labranza mínima en rotación con dos leguminosas de cobertura. *In: Síntesis de los Resultados Experimentales del PRM*, 1991. pp 175-192.
- BOULDIN, D.R.; QUINTANA, J.; SUHET, A. 1989. Evaluation potential of legume residues. *In: (Claude, N. ed) Trop Soils Technical Report*. 1986-1987. North Carolina State University. Raleigh, N.C. pp 304-305.
- BURLE, M; SUHET, A; PEREIRA, J; RESCK, D; PERES, J; CROAVO, M; BOWEN, W; BOULDIN, D; LATHWELL, D. 1992. Legume green manures: Dry season survival and the effect on succeeding maize crops. *Soil Management CRSP. NCSU, Raleigh N.C. Bulletin N° 92*, 35 p.
- COSTA, F.S.A; BOULDIN, D.R; SUHET, A.R. 1990. Evaluation of N recovery from mucuna placed on the surface or incorporated in a Brazilian Oxisol. *Plant and Soil* 112:91-96.
- GORDON, R; FRANCO, J; DE GRACIA, N; MARTINEZ, L; GONZALEZ, A; DE HERRERA, A; BOLAÑOS, J. 1993. Respuesta del maíz a la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno en rotación con canavalia y mucuna, bajo dos tipos de labranza, Río Hato, Panamá, 1992-1993. *In: Síntesis de Resultados Experimentales del PRM*, Vol. 4 p. 106-110.
- WADE, M.K; SANCHEZ, P.A. 1983. Mulching and green manure applications for continuous crop production in the amazon basin. *Agronomy Journal*. 75: 39-45.
- YOST, R.S; EVANS, D.O; SAIDY, N.A. 1985. Tropical legumes for N production: growth and N content in relation to soil pH. *Trop. Agric. (Trinidad)*. 62: 20-24.