

# Cenicafé

Manuel José Echeverry-López

CHINCHINA - CALDAS - COLOMBIA

Publicación del Centro Nacional de Investigaciones de Café

VOL. 39

JULIO - SEPTIEMBRE 1988

No. 3

## CONTENIDO

### EFFECTO DEL INTERCALAMIENTO DE *Canavalia ensiformis* SOBRE LA COSECHA DE CAFETOS DE SEIS MESES DE EDAD, ZOCAS Y NUEVAS SIEMBRAS

Jorge Camilo Torres-Navarro  
Manuel José Echeverry-López ..... 63

### RENDIMIENTOS DE LA CAÑA PANELERA BAJO DIFERENTES DISTANCIAS DE SIEMBRA EN LA ZONA CAFETERA COLOMBIANA

Manuel José Echeverry-López ..... 82

Editada en Agosto de 1989

Asignada al Sistema de Cultivos Asociados del Centro Nacional de Investigaciones de Café  
CENICAFE, Chinchina, Caldas, Colombia

Cenicafé

# Centrales

CHICHINA • CALDAS • AMBUCIA

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA  
Asociación del Centro Nacional de Investigaciones de Café

COMITE NACIONAL DE CAFETEROS

Ministerio de Relaciones Exteriores  
Ministerio de Hacienda y Crédito Público

Ministerio de Agricultura  
JULIO SETIEMBRE 1988

VOL. 39

Ministerio de la Presidencia de la República  
Comité de la Caja de Crédito Agrario

Ministerio de la Presidencia de la República

## CONTENIDO

## SUPLENTE

EFECTO DE LA INTENSIFICACION DEL CORTA EN LA COMIDA EN TORNO A LA  
LA FOSFA DE CEFOS DE SEIS MESES DE EDAD, ZOCAS Y  
NUEVA CORTA EN LA COMIDA EN TORNO A LA  
NUEVA CORTA EN LA COMIDA EN TORNO A LA  
NUEVA CORTA EN LA COMIDA EN TORNO A LA  
NUEVA CORTA EN LA COMIDA EN TORNO A LA

RENDIMIENTOS DE LA CAÑA PANAZO EN DIFERENTES  
DISTANCIAS DE SIEMBRA EN LA ZONA CAÑALERA COLOMBIANA  
UNIDAD DE SIEMBRA  
MANUEL JOSÉ ECHEVERRÍA-LÓPEZ

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Editor: Héctor Fabio Ospina Ospina I.A. M.Sc.

# EFFECTO DEL INTERCALAMIENTO DE *Canavalia ensiformis* SOBRE EL DESARROLLO VEGETATIVO Y PRIMERA COSECHA DE CAFETOS DE SEIS MESES DE EDAD, ZOCAS Y NUEVAS SIEMBRAS <sup>1</sup>

Jorge Camilo Torres Navarro \*  
Manuel José Echeverry López \*\*

## RESUMEN

En Chinchiná, zona cafetera central de Colombia se intercaló *Canavalia ensiformis* con café en siembras nuevas, con café de 5,5 meses de establecido y zoca reciente, con el fin de determinar su potencial agronómico como cultivo intercalado y el efecto sobre el desarrollo vegetativo y productivo del cafeto. La distancia de siembra de los cafetales fue de 1,0 x 1,0 metros en cuadro y la *Canavalia* se sembró a 1,0 x 0,3 m. Los resultados indican que la *Canavalia* como cultivo intercalado en cultivos de café en las tres modalidades tiene un comportamiento agronómico normal, con rendimientos de 3,53 a 5,98 ton/ha. Pero esta leguminosa intercalada por más de tres meses, ya sea en cafetos recién sembrados o de 5,5 meses de establecidos, tiene un efecto adverso sobre el desarrollo vegetativo, especialmente en los tres primeros pares de ramas del árbol, y sobre la primera cosecha de café. El área foliar disminuyó entre 35,1 y 43,4% en promedio/árbol y un 44% en los tres primeros pares de ramas. La primera cosecha de café se redujo entre un 65,4 y 69,3% equivalentes a una pérdida de 3.387,5 y 4.275 kilogramos de café pergamino seco/ha. El efecto de la *Canavalia* sobre la zoca de café es leve y retardado; la primera cosecha de café se redujo en un 15% o sea 808,7 kilogramos de café pergamino seco/ha.

## SUMMARY

TORRES N., J.C; ECHEVERRY L., M.J. Efecto del intercalamiento de *Canavalia ensiformis* sobre el desarrollo vegetativo y primera cosecha de cafetos de seis meses de edad, zocas y nuevas siembras. *Cenicafé* (Colombia) 39(3): 63-81 . 1988.

In Chinchina, the central coffee growing zone of Colombia, *Canavalia ensiformis* was interplanted with newly planted coffee, established 5.5 months before and recently stumped; this was done for the purpose of determining its agronomic potential as an interplanting and its effects upon the vegetative and productive development of the coffee tree. The planting distance in the coffee plantation was of 1.0 x 1.0 meters in a square and the *Canavalia* was planted in 1.0 x 0.3 meters. Results show that, as an interplanting in the three different kinds of coffee plantings, the *Canavalia* has a normal agronomic behavior, with yields from 3.53 to 5.98 tons/ha. But, interplanted for more than three months, be it between newly planted coffee trees or those established 5.5 months before, said legume has adverse effects upon the vegetative development, especially on the first three pairs of branches of the tree, as well as on the first coffee yield. The foliage area decreased an average of 35.1 and 43.3% per tree and 44% in the first three pairs of branches. The first coffee yield decreased between 65.4 and 69.3%, equivalent to a loss of 3,387.5 and 4,275 kilograms of dry parchment coffee per ha. The effects of the *Canavalia* upon the coffee stump are moderate and delayed; the first coffee yield decreased 15%, that is 808.7 kilograms of dry parchment coffee per ha.

Additional key words: Colombia, *Coffea arabica*, multiple cropping.

<sup>1</sup> Fragmento de la tesis "Potencial del frijol *Canavalia* (*Canavalia ensiformis* L. Dc.) en monocultivo e intercalado con café en la zona central cafetera" presentada por el primer autor para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Caldas. Colombia. 1987

\* Ingeniero Agrónomo.

\*\* Asistente de la Sección de Cultivos Asociados del Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFE. Chinchiná, Caldas, Colombia.

## INTRODUCCION

En la zona cafetera colombiana los agricultores empeñados en la renovación de sus plantaciones de café, ya sea por cambio de variedad o zoqueo de las envejecidas e improductivas, cuentan en sus predios con áreas libres e inexploradas durante un periodo no inferior a un año.

El afán de hacer un uso más eficiente de la tierra, de la mano de obra disponible, familiar o no y a su vez de obtener un ingreso adicional en relativo corto tiempo, ha llevado a la mayoría de los cafeteros a intercalar cultivos industriales como Soya, Canavalia, Girasol, Maíz, Frijol y Yuca, entre otros.

En la mayoría de estas siembras intercaladas con café el agricultor y los técnicos se han limitado a la evaluación agronómica y económica de la producción del cultivo intercalado, y por lo tanto se desconoce el efecto de éste sobre el cultivo permanente. Los resultados de los trabajos de Begazo (3), Chaves (5) y Melles et al (11) en el Brasil han confirmado efectos detrimentales de algunos cultivos intercalados, sobre el cafeto.

La leguminosa Canavalia viene siendo promocionada en el país como fuente barata de proteína para la industria de concentrados. La campaña de fomento de este cultivo no se ha limitado a las zonas de agricultura mecanizada, sino que estima un potencial de producción en la zona cafetera en sistemas de siembra intercalados (2, 4, 7, 8, 12).

Por este motivo se adelantó la presente investigación de campo consistente en medir el efecto de la *Canavalia ensiformis* como cultivo intercalado sobre el desarrollo vegetativo y producción de los cafetos, bajo las modalidades de siembra nueva, cultivo de 6 meses de edad y recapea o zoca.

## MATERIALES Y METODOS

### UBICACION

El trabajo se realizó en el periodo de Enero de 1985 a Diciembre de 1986, en predios de la estación central Naranjal del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, a 1.400 m.s.n.m., 20,6°C de temperatura media anual, 2.660 mm de precipitación promedio anual, 77% de humedad relativa y 1.863,8 horas de brillo solar.

Los suelos son originarios de cenizas volcánicas, serie 10 o Chinchiná muy pobres en bases de cambio y pH bajo.

La Canavalia se intercaló con café en tres modalidades de cultivo así:

1. Siembra nueva de café Variedad Colombia, a 1,0 x 1,0 m de distancia en cuadro.
2. Cultivo de café Variedad Colombia, de 5,5 meses de establecido, a 1,0 x 1,0 m en cuadro como distancia de siembra.
3. Cultivo de café variedad Caturra, a 1,0 x 1,0 m en cuadro y recién renovado por recepa o zoca.

La siembra de la Canavalia se hizo a chuzo, una semilla por sitio y a 2,5 cm de profundidad. La distancia empleada fue de 1,0 m entre surcos y 0,30 m entre plantas para una población teórica de 33.333 plantas/ha; quedó así intercalado un surco de Canavalia entre dos de café.

En el cultivo de café se realizaron las prácticas de manejo recomendadas por Cenicafe en cuanto al control de malezas, fertilización y cosecha. En el cultivo de variedad Caturra en zoca, se practicaron las aspersiones preventivas contra la roya.

### **Parcela experimental**

Se utilizó un lote de 12,0 x 24,0 m para un área de 288 m<sup>2</sup> en cada modalidad de cultivo de café. Internamente se dividió cada lote en dos bloques de 12,0 x 12,0 m y correspondieron uno a la condición de café con Canavalia intercalada y el otro como testigo, es decir café en monocultivo.

Se evaluaron 80 plantas de Canavalia por parcela y de café un total de 72 árboles, de los cuales, la mitad en la subparcela testigo.

### **Análisis estadístico**

A cada una de las variables se le determinó la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación. Se calcularon los límites de confianza de cada media a un nivel del 5% de significancia. También se consideraron los índices y promedios ponderados de algunas variables de crecimiento los cuales fueron evaluados con el tiempo.

La comparación de las variables se realizó mediante el contraste de hipótesis estadística con la prueba de t de Student al 5% de significancia.

### **Variables evaluadas en el café**

- Altura de la planta o chupón al iniciarse el ensayo y cada tres meses.

- Número de ramas por árbol al inicio del ensayo y cada tres meses.
- Longitud de las ramas principales al inicio del ensayo y cada tres meses.
- Número de nudos por ramas al inicio y posteriormente cada tres meses.
- Número de hojas por árbol al inicio, a los seis y nueve meses en el cultivo de 5,5 meses de edad, y al principio y cada seis meses en las otras dos modalidades.

- Área foliar: Longitud de cada hoja en un solo lado de la rama. El área foliar se calculó con la fórmula:

$$Y = 2,02501X - 0,57278$$

donde:

Y = área foliar

X = logaritmo de la longitud

La medida se hizo al comienzo del ensayo y cada seis meses, en la siembra nueva y la zoca, y al inicio, tres, seis y nueve meses después en el cultivo de 5,5 meses de edad.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. SIEMBRA NUEVA DE CAFE

En las Tablas 1 a 3 se presentan los valores promedio de las variables de desarrollo vegetativo para las modalidades de café en monocultivo y con Canavalia intercalada.

La prueba de t determinó diferencias significativas entre los dos sistemas de cultivo para las variables altura de la planta, número de ramas, longitud media de la totalidad de las ramas y de los tres primeros pares de ramas, número de nudos por rama en el total de éstas y en los tres primeros pares, número medio de hojas del árbol y de los tres pares iniciales, área foliar total del árbol y de los tres primeros pares de ramas del cafeto.

Excepción hecha de la variable altura de la planta, la cual presentó un promedio mayor en los cafetos intercalados con Canavalia, las demás variables del desarrollo vegetativo registraron promedios superiores en el café en monocultivo. Se detecta así una fuerte competencia de la Canavalia como cultivo intercalado sobre el desarrollo del cafeto desde temprana edad.

**TABLA 1. Altura promedio del árbol, número promedio de ramas del café y longitud promedio de las ramas del café, en diferentes edades y en monocultivo e intercalado con Canavalia. Siembra nueva de café Variedad Colombia - Naranjal, Chinchiná.**

Condición del cultivo de café	G.L.	Edad de la plantación (meses)									
		0 <sup>(1)</sup>		3		6		9		12	
		$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.
<b>Altura del árbol (cm)</b>											
Monocultivo	41	24,0	11,2	31,2	12,5	42,3 <sup>a</sup>	12,1	66,7 <sup>a</sup>	9,2	87,2	8,4
Intercalado	41	24,7	12,3	32,4	12,1	47,0 <sup>b</sup>	15,3	72,5 <sup>b</sup>	10,2	91,2	8,1
<b>Número de ramas</b>											
Monocultivo	41	5,0	33,5	9,1	19,9	14,5 <sup>a</sup>	14,8	23,7 <sup>a</sup>	8,9	33,0 <sup>a</sup>	8,5
Intercalado	41	4,6	29,9	9,0	15,2	12,7 <sup>b</sup>	13,5	20,5 <sup>b</sup>	8,2	27,2 <sup>b</sup>	7,8
<b>Longitud de ramas (cm)</b>											
Monocultivo	41	5,2	29,0	10,3	17,1	16,2	18,6	25,3 <sup>a</sup>	14,6	30,7 <sup>a</sup>	15,4
Intercalado	41	5,5	22,1	10,4	14,2	14,8	15,8	20,7 <sup>b</sup>	12,5	24,3 <sup>b</sup>	16,6

Promedios seguidos con letras distintas presentan diferencia estadística. Prueba de t al 5%

<sup>(1)</sup> Al momento de la siembra

**TABLA 2.** Longitud promedio de los tres primeros pares de ramas, número promedio de nudos por rama en el total de las ramas y de los tres primeros pares de ramas del cafeto, en diferentes edades y en monocultivo e intercalado con Canavalia. Siembra nueva de café Variedad Colombia - Naranjal, Chinchiná.

Condición del cultivo de café	G.L.	Edad de la plantación (meses)									
		0 <sup>(1)</sup>		3		6		9		12	
		$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.
<b>Longitud de ramas iniciales (cm)</b>											
Monocultivo	32	6,0	24,4	15,1	11,5	27,0 <sup>a</sup>	12,2	41,9 <sup>a</sup>	11,0	52,4 <sup>a</sup>	9,5
Intercalado	32	5,7	16,8	14,8	10,4	21,9 <sup>b</sup>	11,4	29,3 <sup>b</sup>	15,4	35,0 <sup>b</sup>	16,1
<b>Número de nudos</b>											
<b>- Total ramas</b>											
Monocultivo	41	1,7	30,2	3,3	16,8	5,2 <sup>a</sup>	11,8	7,7 <sup>a</sup>	9,9	9,6 <sup>a</sup>	11,2
Intercalado	41	1,9	22,0	3,2	12,4	4,0 <sup>b</sup>	16,6	5,2 <sup>b</sup>	16,3	6,5 <sup>b</sup>	15,4
<b>- Ramas iniciales</b>											
Monocultivo	32	2,0	36,7	4,7	11,4	8,6 <sup>a</sup>	7,9	13,3 <sup>a</sup>	8,9	17,4 <sup>a</sup>	8,5
Intercalado	32	2,0	19,5	4,6	9,4	6,1 <sup>b</sup>	13,1	8,2 <sup>b</sup>	16,1	10,1 <sup>b</sup>	15,7

Promedios seguidos con letras distintas presentan diferencia estadística. Prueba de t al 5%.

<sup>(1)</sup> Al momento de la siembra

**TABLA 3. Número promedio de hojas por árbol, de los primeros pares de ramas del cafeto y área foliar promedio por árbol y de los tres primeros pares de ramas del cafeto, en diferentes edades y en monocultivo e intercalado con Canavalia. Siembra nueva de café Variedad Colombia- Naranjal, Chinchiná.**

Condición del cultivo de café	G.L.	Edad de la plantación (meses)					
		0 <sup>(1)</sup>		6		12	
		$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.
<b>Número hojas</b>							
<b>- Total ramas</b>							
Monocultivo	41	28,2	17,6 <sup>(2)</sup>	163,9 <sup>a</sup>	21,3	637,3 <sup>a</sup>	16,6
Intercalado	41	28,6	11,3 <sup>(2)</sup>	114,6 <sup>b</sup>	19,7	362,5 <sup>b</sup>	21,8
<b>- Ramas iniciales</b>							
Monocultivo	32	18,6	24,8 <sup>(2)</sup>	76,2 <sup>a</sup>	16,1 <sup>(2)</sup>	142,4 <sup>a</sup>	18,7 <sup>(2)</sup>
Intercalado	32	19,4	10,1 <sup>(2)</sup>	58,6 <sup>b</sup>	10,5 <sup>(2)</sup>	89,3 <sup>b</sup>	16,0 <sup>(2)</sup>
<b>Area foliar</b>							
<b>- Total ramas</b>							
Monocultivo	41	427,9	28,8	3643,3 <sup>a</sup>	28,2	21800,3 <sup>a</sup>	19,4
Intercalado	41	441,3	28,8	2910,7 <sup>b</sup>	24,6	12345,5 <sup>b</sup>	22,7
<b>- Ramas iniciales</b>							
Monocultivo	32	210,6	25,8 <sup>(2)</sup>	1950,5	17,9 <sup>(2)</sup>	5912,6 <sup>a</sup>	19,4 <sup>(2)</sup>
Intercalado	32	197,5	19,4 <sup>(2)</sup>	1646,7	13,6 <sup>(2)</sup>	3319,6 <sup>b</sup>	15,2 <sup>(2)</sup>

Promedios seguidos de letras distintas presentan diferencia estadística. Prueba de t al 5%.

<sup>(1)</sup> Al momento de la siembra

<sup>(2)</sup> Datos transformados a raíz cuadrada de X para su análisis

Dicho efecto adverso se manifiesta a nivel de toda la planta de café y es más drástico en el tercio inferior o sea en el estrato de los primeros tres pares de ramas del árbol, el cual es responsable, en un gran porcentaje, de la primera producción de café (1)

La influencia negativa de la Canavalia intercalada en el cultivo de café se expresa en una reducción de la longitud promedio de las ramas del orden de 25% al 78% según el nivel y edad contemplados de la planta; disminución no inferior al 56% en el número de nudos/rama y del 37 al 66% en el número de hojas y área foliar.

A los doce meses de edad del cultivo de café, las plantas en monocultivo presentaron en promedio de sus tres pares iniciales de ramas 5912,6 cm<sup>2</sup> de área foliar, 17,4 nudos por rama, 52,4 cm de longitud de las ramas, mientras que las plantas de café con Canavalia intercalada registraban en el mismo estrato y orden 3319,6 cm<sup>2</sup> de área foliar, 10,1 nudos por rama y 35 cm de longitud de las ramas.

La razón de esta grave reducción en el desarrollo vegetativo del cafeto, estriba en la fuerte competencia ejercida por la Canavalia por el espacio aéreo y subterráneo y por lo tanto de nutrimentos en el mismo nivel de formación de raíces para ambos cultivos como lo manifiestan Arcila (1) en café y Scaranari (13) en Canavalia.

La leguminosa al interceptar alta proporción de la luz solar, impide el desarrollo y producción normal del cafeto (9, 15). En las regiones aptas para café donde no se presentan déficits hídricos, como es el caso de Naranjal, Chinchiná, la radiación solar determina el crecimiento vegetativo y al intensificarse, aumenta el número de nudos, hojas, flores y frutos por nudo (1, 15).

Otra evidencia de que la planta de Canavalia por su pronto y exuberante desarrollo trastorna el crecimiento del cafeto, se tiene al registrarse el daño sobre las plantas de café a partir de los tres meses de intercalamiento, edad en la cual en la zona de estudio el cultivo de la Canavalia estabiliza su crecimiento y ocurre el máximo cubrimiento de área mencionado por Magalhaes (10). Luego de los seis meses, el efecto nocivo tiende a atenuarse puesto que la leguminosa entra en la etapa de maduración de vainas y pierde follaje.

Por tal razón en la modalidad de café siembra nueva con Canavalia intercalada, el efecto se observa a los tres meses de edad del cafeto.

La producción de café cereza por árbol en la primera cosecha presentó diferencias significativas entre las modalidades de monocultivo e intercalado; ésta fué 2203,4 y 675,5 g/árbol respectivamente (Tabla 4).

**TABLA 4. Producción de café cereza en monocultivo e intercalado con Canavalia en tres condiciones del cultivo de café (siembra nueva y cultivo establecido de Variedad Colombia y zoca de variedad Caturra). Naranjal, Chinchiná.**

Condición del cultivo de café	Siembra nueva	Cultivo establecido 5,5 meses de edad	Cultivo en zoca
<b>Monocultivo</b>			
Edad del cultivo (en meses)	24	24	24
Número de datos	21	32	24
Promedio (g/árbol)	2203,4	2940,3	2407,3
D estándar (M)	511,01796	796,33226	627,33733
C.V. (M)	23,192247	27,083368	26,05979
<b>Intercalado</b>			
Edad del cultivo (en meses)	24	24	24
Número de datos	22	22	20
Promedio (g/árbol)	675,5	1018,2	2043,5
D estándar (M)	332,07109	425,9179	650,1601
C.V. (M)	49,159303	41,830475	31,81601

Si se expresa la producción promedio por árbol de la parcela experimental en kilogramos por hectárea de café pergamino seco, se tiene que el intercalamiento de Canavalia en siembras recientes de café, disminuye la primera cosecha en 3.396 kilos, o sea 271 arrobas, cuyo valor comercial no alcanza a ser compensado con la muy aceptable producción de 9,0 ton/ha de granos de Canavalia en esta modalidad. (Tabla 5). Ni los rendimientos de 12 ton/ha de Canavalia como cultivo solo obtenidos por Tamayo en Buga (14) lo equilibraría.

## 2. CULTIVO DE CAFE DE 5,5 MESES DE ESTABLECIDO

En las Tablas 6 a 8 se muestran los valores promedio de las variables de desarrollo vegetativo de las plantas de café en monocultivo e intercalado con Canavalia.

La prueba de t determinó diferencias significativas entre los dos sistemas de cultivo de café para las variables longitud media de las ramas de la totalidad del árbol y de los tres primeros pares, número promedio de nudos por rama, número promedio de hojas, área foliar y producción de café cereza por árbol.

El efecto negativo de la Canavalia sobre el desarrollo del cafeto, empieza a detectarse seis meses después de sembrada la leguminosa. Al término de los 14,5 meses de edad del cafeto, las plantas en monocultivo tenían en sus tres pares de ramas iniciales, en promedio, 54,5 cm de longitud, 15,8 nudos /rama, 152,9 hojas y 6.632,4 cm<sup>2</sup> de área foliar, comparados con 40,5 cm de longitud, 11,4 nudos/rama, 88,0 hojas y 3.609,9 cm<sup>2</sup> de área foliar de los cafetos con Canavalia intercalada.

La primera cosecha de café presentó diferencias significativas entre los sistemas de monocultivo e intercalado, con valores correspondientes de café cereza/árbol de 2.940,3 gramos y 1.018,2 gramos (Tabla 6) equivalente a una reducción de 4.275 kilogramos/ha.

**TABLA 5. Rendimiento potencial del cultivo de Canavalia intercalado con café en tres condiciones de cultivo. Naranjal, Chinchiná.**

Cultivo de café	Primera cosecha		Segunda cosecha		Total dos cosechas	
	Ton/ha	%	Ton/ha	%	Ton/ha	%
Siembra nueva	5,98	66,2	3,06	33,8	9,04	100,0
Cultivo establecido (5,5 meses)	4,12	-	-	-	-	-
Cultivo en zoca	3,53	-	-	-	-	-

**TABLA 6.** Altura promedio del árbol, número promedio de ramas del cafeto y longitud promedio del total de ramas del árbol y de los tres primeros pares de ramas en diferentes edades, en monocultivo e intercalado con café. Cafetal establecido con Variedad Colombia, de 5,5 meses - Naranjal, Chiná.

Condición del cultivo de café	Edad de la plantación (meses)								
	G.L.	5,5		8,5		11,5		14,5	
		$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.
<b>Altura del árbol (cms)</b>									
Monocultivo	52	49,1	10,7	63,9	12,1	82,6	13,7	104,1	12,8
Intercalado	52	48,2	10,2	64,6	10,3	85,1	9,6	107,7	13,4
<b>Número de ramas</b>									
Monocultivo	52	12,6	16,2	18,9	14,2	24,8	15,5	32,4	15,6
Intercalado	52	13,1	11,8	19,3	9,9	25,0	9,4	32,3	10,0
<b>Longitud</b>									
- <b>Total ramas</b>									
Monocultivo	52	15,0	21,1	23,0	18,5	31,3 <sup>a</sup>	17,2	37,7 <sup>a</sup>	13,7
Intercalado	52	15,0	19,1	23,1	17,1	27,0 <sup>b</sup>	14,0	31,2 <sup>b</sup>	14,0
- <b>Ramas iniciales</b>									
Monocultivo	52	21,6	22,4	34,3	10,5	45,9 <sup>a</sup>	18,5	54,5 <sup>a</sup>	17,5
Intercalado	52	22,5	23,5	33,6	20,7	36,1 <sup>b</sup>	19,0	40,5 <sup>b</sup>	18,9

Promedios seguidos con letras distintas, presentan diferencia estadística. Prueba de t al 5%

**TABLA 7. Número promedio de nudos en el total de las ramas, de los tres primeros pares de ramas del café y número promedio de hojas por árbol y de los tres primeros pares de ramas en diferentes edades, en monocultivo e intercalado con Canavalia. Cafetal establecido con Variedad Colombia, de 5,5 meses - Naranjal, Chinchiná.**

Condición del cultivo de café	Edad de la plantación (meses)								
	G.L.	5,5		8,5		11,5		14,5	
		$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.
<b>Número de nudos</b>									
- <b>Total de ramas</b>									
Monocultivo	52	4,3	12,2	6,4 <sup>a</sup>	11,2	8,2 <sup>a</sup>	11,5	10,0 <sup>a</sup>	11,1
Intercalado	52	4,4	13,4	6,0 <sup>b</sup>	11,1	6,8 <sup>b</sup>	11,7	7,9 <sup>b</sup>	14,5
- <b>Ramas iniciales</b>									
Monocultivo	52	6,2	14,2	10,0	13,2	13,1 <sup>a</sup>	13,2	15,8 <sup>a</sup>	13,2
Intercalado	52	6,5	17,3	9,3	14,0	10,0 <sup>b</sup>	13,2	11,4 <sup>b</sup>	16,6
<b>Número de hojas</b>									
- <b>Total de ramas</b>									
Monocultivo	52	120,7	21,2			413,3 <sup>a</sup>	28,5	642,8 <sup>a</sup>	26,5
Intercalado	52	123,6	21,4			303,5 <sup>b</sup>	21,6	467,3 <sup>b</sup>	25,3
- <b>Ramas iniciales</b>									
Monocultivo	52	67,4	17,5			126,1 <sup>a</sup>	12,4 <sup>(1)</sup>	152,9 <sup>a</sup>	12,2 <sup>(1)</sup>
Intercalado	52	67,6	19,5			79,0 <sup>b</sup>	17,0 <sup>(1)</sup>	88,0 <sup>b</sup>	21,3 <sup>(1)</sup>

(1) Datos transformados a raíz cuadrada de X para su análisis.

Promedios seguidos con letra distinta presentan diferencia estadística. Prueba de t al 5%

**TABLA 8. Area foliar promedio por árbol y de los tres primeros pares de ramas del cafeto en diferentes edades, en monocultivo e intercalado con Canavalia. Cafetal establecido con Variedad Colombia, de 5,5 meses - Naranjal, Chinchiná.**

Condición del cultivo de café	Edad de la plantación (meses)								
	5,5			11,5			14,5		
	G.L.	$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.		
<b>Area foliar</b>									
- Total de ramas									
Monocultivo	52	2729,5	16,8	13939,6 <sup>a</sup>	18,7	24194,3 <sup>a</sup>	16,5		
Intercalado	52	2757,1	12,6	9060,2 <sup>b</sup>	14,3	15705,4 <sup>b</sup>	15,3		
- Ramas iniciales									
Monocultivo	52	1724,4	18,3	4676,3 <sup>a</sup>	16,9	6632,4 <sup>a</sup>	15,2		
Intercalado	52	1733,3	12,5	2692,5 <sup>b</sup>	21,2	3609,9 <sup>b</sup>	23,1		

Promedios seguidos con letras distintas presentan diferencia estadística. Prueba de t al 5%.

### 3. CULTIVO DE CAFE EN ZOCA

En las Tablas 9 y 10 se consignan los valores promedio de las variables de desarrollo vegetativo de los chupones de café zoqueado bajo los sistemas de monocultivo y con Canavalia intercalada.

La prueba de t registró diferencias significativas entre los dos sistemas de cultivo de café en zoca para las variables altura de los chupones en todas las edades, longitud media de las ramas de la totalidad de la planta y tres primeros pares, apenas a los 6 y 9 meses; número medio de nudos/rama, número de hojas/árbol y área foliar/árbol sólo a los doce meses de edad.

El promedio de altura fue mayor en los cafetos con Canavalia intercalada, obteniéndose a los 12 meses 71,9 cm y en monocultivo 64,3 cm.

La longitud media de las ramas, considerado el total de éstas y los tres primeros pares, fue superior en los cafetos con intercalamiento del orden de 23,1 cm y 37,6 cm a los nueve meses de edad de la zoca, mientras que en monocultivo de 20,9 y 34,9 cm. A los doce meses de edad del cafeto el promedio de longitud de las ramas, en las dos modalidades, se torna similar.

En cambio en cuanto al número promedio de nudos por rama del total del árbol y de los tres primeros pares, el número de hojas/árbol y área foliar fue claramente superior en la zoca de café en monocultivo; a los doce meses registraba 7,0 nudos/rama/árbol, 11,6 nudos/rama/tres primeros pares, 356,3 hojas/árbol, 12.711,3 cm<sup>2</sup> de área foliar/árbol. Como contraste la zoca de café intercalada de Canavalia exhibía a la misma edad, 6,4 nudos/rama, 10,2 nudos/rama/tres primeros pares, 292,2 hojas/árbol y 8.711,6 cm<sup>2</sup> de área foliar (Tabla 11).

En este sistema la Canavalia intercalada tuvo el menor efecto nocivo sobre el desarrollo vegetativo y la producción la cual confirma los resultados de Chaves (6); ésta se disminuyó apenas en 812 kilogramos o sea 65 arrobas.

Los rendimientos de la primera cosecha de café cereza de la zoca en los dos sistemas no fueron estadísticamente diferentes: 2.407,3 gr/árbol de café en monocultivo y 2.043,5 gr/árbol de café con Canavalia intercalada (Tabla 4).

De otra parte, la producción de Canavalia fue normal, en términos generales superior a 3,5 ton/ha, destacándose los rendimientos cuando se intercaló en cultivo nuevo de café, 5,98 ton/ha de granos (Tabla 5). No obstante, el valor bruto de esta producción no compensa el valor neto del café que se deja de producir.

**TABLA 9. Altura promedio del árbol, número de ramas promedio del cafeto, longitud de las ramas del árbol y de los tres primeros pares, en diferentes edades, en monocultivo e intercalado con Canavalia. Cafetal en zoca de variedad Caturra - Naranjal, Chinchiná.**

	G.L.	Edad de la plantación (meses)							
		3		6		9		12	
		$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.
<b>Altura del árbol (cm)</b>									
Monocultivo	42	22,8 <sup>a</sup>	17,4	38,3 <sup>a</sup>	13,0	53,0 <sup>a</sup>	8,4	64,3 <sup>a</sup>	6,4
Intercalado	42	28,2 <sup>b</sup>	11,8	49,9 <sup>b</sup>	9,6	65,4 <sup>b</sup>	9,8	71,9 <sup>b</sup>	9,0
<b>Número de ramas</b>									
Monocultivo	42	5,0	31,7	11,9	21,6	17,9	15,5	23,5	13,7
Intercalado	42	5,3	27,6	12,5	18,4	18,3	15,2	22,7	13,7
<b>Longitud</b>									
<b>- Total ramas (cm)</b>									
Monocultivo	42	7,3	25,8	14,4 <sup>a</sup>	16,2	20,9 <sup>a</sup>	11,9	24,7	7,6
Intercalado	42	7,4	20,4	16,5 <sup>b</sup>	11,7	23,1 <sup>b</sup>	11,9	23,8	15,1
<b>- Ramas iniciales (cm)</b>									
Monocultivo	42	7,5	29,9	22,3 <sup>a</sup>	16,8	34,9 <sup>a</sup>	9,6	42,9	6,6
Intercalado	42	7,6	22,0	25,7 <sup>b</sup>	13,4	37,6 <sup>b</sup>	10,4	41,9	9,7

Promedios seguidos por letras distintas presentan diferencia estadística. Prueba de t al 5%.

**TABLA 10.** Número promedio de nudos en el total de las ramas y de los tres primeros pares, en diferentes edades y en monocultivo e intercalado con Canavalia. Cafetal en zoca de variedad Caturra. Naranjal, Chinchiná.

G.L.	Edad de la plantación (meses)								
	3		6		9		12		
	$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.	
<b>Número de nudos</b>									
- <b>Total ramas</b>									
Monocultivo	2,0	23,9	3,7	19,7	5,4	14,8	7,0 <sup>a</sup>	11,0	
Intercalado	1,9	19,8	3,6	10,9	5,4	10,2	6,4 <sup>b</sup>	11,7	
- <b>Ramas iniciales</b>									
Monocultivo	2,0	26,1	5,3	21,5	8,5	14,0	11,6 <sup>a</sup>	9,3	
Intercalado	2,0	20,7	5,3	12,8	8,2	9,2	10,2 <sup>b</sup>	8,0	

Promedios seguidos por letras distintas presentan diferencia estadística. Prueba de t al 5%.

**TABLA 11. Número promedio de hojas y área foliar por árbol y de los tres primeros pares del cafetal zoqueado de la variedad Caturra, en diferentes edades, en monocultivo e intercalado con Canavalia. Naranjal, Chinchiná.**

	Edad de la plantación (meses)				
	G.L.	6		12	
		$\bar{X}$	C.V.	$\bar{X}$	C.V.
<b>Número de hojas</b>					
<b>- Total ramas</b>					
Monocultivo	42	106,0	17,8 <sup>(1)</sup>	356,3 <sup>a</sup>	20,7
Intercalado	42	107,6	11,2 <sup>(1)</sup>	292,2 <sup>b</sup>	17,1
<b>- Ramas iniciales</b>					
Monocultivo	42	48,7	18,2 <sup>(1)</sup>	97,8	17,4 <sup>(1)</sup>
Intercalado	42	52,1	13,9	89,4	11,9 <sup>(1)</sup>
<b>Area foliar</b>					
<b>- Total ramas (cm<sup>2</sup>)</b>					
Monocultivo	42	3189,0	21,3	12711,3 <sup>a</sup>	24,6
Intercalado	42	3811,2	12,5 <sup>(1)</sup>	8711,6 <sup>b</sup>	24,7
<b>- Ramas iniciales (cm<sup>2</sup>)</b>					
Monocultivo	42	1778,0	21,9	4325,1	18,4 <sup>(1)</sup>
Intercalado	42	2155,2	15,4 <sup>(1)</sup>	3481,5	13,8 <sup>(1)</sup>

(1) Datos transformados a raíz cuadrada de X para su análisis.

Promedios seguidos con distinta letra presentan diferencia estadística. Prueba de t al 5%.

En la zoca de café de la variedad Caturra con Canavalia intercalada, el efecto adverso es leve y tardío; ocurre aproximadamente tres meses después del corte o zoqueo del cafeto, período en el cual tiene lugar la brotación de las yemas que dan origen a los chupones, la selección de éstos y viene luego la diferenciación de estructuras vegetativas. De manera simultánea las plantas de Canavalia intercalada crecen y luego estabilizan su desarrollo y llegan a la etapa de mayor competencia cuando los chupones de café apenas empiezan la etapa de crecimiento vegetativo. Además, la emisión de los chupones de la zoca de café no es basal; se da más frecuentemente cerca al corte, lo cual define un espacio vertical importante donde la Canavalia crece sin ejercer interferencia. Esto hace que el estrato bajo del chupón escape en gran parte al sombreado de la Canavalia en la primera cosecha de café, comparada con la de los cafetos en monocultivo.

#### BIBLIOGRAFIA

1. ARCILA P., J. Desarrollo vegetativo del cafeto y factores que lo afectan. In: Arcila P.J. Aspectos fisiológicos de la producción de café. Chinchiná (Colombia) Cenicafé. 1985. pp. 15-28 (Mecanografiado).
2. ASPECTOS PRACTICOS DEL CULTIVO DE LA CANAVALLIA EN COLOMBIA. Carta Ganadera (Colombia). 22(5):34, 36-37. 1985.
3. BEGAZO, J.C.E.O. Considerações sobre o feijao como cultura consorciada do cafezal e mandiocal. Informe Agropecuario (Brasil) 10(118):50-52. 1984.
4. CANAVALLIA EL CULTIVO DEL FUTURO. Solla, s.n.t. 5 p. (Mecanografiado).
5. CHAVES, J.C.D. Culturas intercalares na formação de lavouras cafeeiras. In: Congreso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 5. Guarapari, E.S. (Brasil) 18-21 de outubro de 1977. Resumos. Rio de Janeiro. IBC/GERCA, 1977. pp. 54-57.
6. CHAVES, J.C.D. Estudo de culturas intercalares em cafezais recepados no Paraná. In: Congreso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 5. Guarapari, E.S. (Brasil) 18-21 de outubro de 1977. Resumos. Rio de Janeiro. IBC/GERCA. 1977. pp. 62-64.
7. ESCOBAR, A. et al. Canavalia; alternativa para la producción animal. Carta Ganadera (Colombia) 22(1):34, 36-37. 1985.
8. FEDERACION ANTIOQUEÑA DE GANADEROS - FADEGAN. Medellín (Colombia). Canavalia ensiformis. Nueva leguminosa con gran potencial proteico. Medellín (Colombia), Fadegan, 1984. 4 p. (Boletín Técnico Nro. 7).
9. MACHADO, A. Duración de un experimento de campo con cafetos en producción. Cenicafé (Colombia) 11(10):275-305. 1960.
10. MAGALHAES, A.C. Observações sobre o efeito da luz no crescimento da tiririca Cyperus rotundus L. Bragantia (Brasil) 26(9):131-142. 1967.
11. MELLES, C.C.A.; CHEBABI, M.A.A.; PADUA NACIF, A. de; GUIMARAES, P.T.G. Culturas intercalares em lavouras cafeeiras nas fases de formação e produção. In: Congreso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 12. Caxambu, M.G. (Brasil) 28 a 31 de outubro de 1985. Trabalhos apresentados. Rio de Janeiro. IBC/GERCA. 1985 pp. 198-201.

12. MONTILLA, J.J. Canavalia ensiformis. Posibilidades de uso en alimentación animal. In: Seminario sobre Recursos Vegetales Promisorios, 2. Agosto 13-15 de 1984. Maracay. (Venezuela), Caracas, Universidad Central de Venezuela. 1984. s.p.
13. SCARANARI, H.J.; INFORZATO, R. Sistema radicular das principais leguminosas empregadas como adubo verde em cafezal. *Bragantia* (Brasil) 12(7-9):291-296. 1952.
14. TAMAYO, J. Informe de la siembra de frijol canavalia en la planta de Solla. Buga (Colombia), Solla, 1984. 2 p.
15. VALENCIA, A., G. Relación entre el índice del área foliar y la productividad del café. *Cenicafé* (Chinchiná), 24(4):79-89. 1973.

... de la siembra de frijol canavalia en la planta de Solla. Buga (Colombia), Solla, 1984. 2 p.

A pesar de haberse realizado ya una gran cantidad de trabajos de investigación en el campo de la canavalia, aún queda mucho por hacer en el orden de la siembra, el cultivo y el uso de esta leguminosa en el café. En particular, se debe investigar más a fondo el efecto de la canavalia en el desarrollo de la planta de café, en la producción de materia orgánica y en la fijación de nitrógeno. También es necesario estudiar el efecto de la canavalia en la resistencia a enfermedades y plagas, y en la adaptación a diferentes tipos de suelos y climas. En este sentido, se sugiere que se realicen más estudios de campo y de laboratorio, con el fin de obtener información más detallada sobre el comportamiento de la canavalia en diferentes condiciones de cultivo y de uso.

En cuanto a la fertilización de la canavalia, se debe tener en cuenta que esta leguminosa es capaz de fijar nitrógeno atmosférico, por lo que no requiere de grandes cantidades de fertilizantes nitrogenados. Sin embargo, es necesario suministrarle otros nutrientes, especialmente fósforo y potasio, para asegurar un buen desarrollo y una alta producción de biomasa. En este sentido, se sugiere que se realicen estudios de fertilización, con el fin de determinar las necesidades nutricionales de la canavalia en diferentes condiciones de cultivo y de uso.

En cuanto a la fertilización de la canavalia, se debe tener en cuenta que esta leguminosa es capaz de fijar nitrógeno atmosférico, por lo que no requiere de grandes cantidades de fertilizantes nitrogenados. Sin embargo, es necesario suministrarle otros nutrientes, especialmente fósforo y potasio, para asegurar un buen desarrollo y una alta producción de biomasa. En este sentido, se sugiere que se realicen estudios de fertilización, con el fin de determinar las necesidades nutricionales de la canavalia en diferentes condiciones de cultivo y de uso.

the special case of Sasaima, highly significant differences were observed in the production of stems of cane, after an average of four cuttings, between the plantings in double rows and between the plantings in single rows at short or long distances. The yields of 202 tons of sugar cane per hectare from the plantings in double rows exceeded by 22% the averages of production from the plantings in single rows.

Additional key words: Colombia, sugar cane, population density yields.

## INTRODUCCION

El cultivo de la caña para la producción de panela tiene una larga tradición y se encuentra ampliamente expandido por toda la zona cafetera colombiana. Es además un renglón agrícola de gran importancia económica y social para el país.

A pesar de tratarse de pequeñas y medianas explotaciones, el grado de tecnificación es bastante bajo y se observa una acelerada degradación de las plantaciones con la consecuente y dramática disminución de los ingresos familiares. Se menciona como promedio nacional de producción, apenas 47 toneladas de caña/ha y en áreas más tecnificadas rendimientos del orden de las 76 ton/ha, todavía bajos si se tiene en cuenta el potencial de producción del cultivo (6).

Un plan de mejoramiento de las técnicas del cultivo con el propósito de aumentar la productividad, implicaría en la mayoría de las zonas y fincas productoras, renovar con variedades mejoradas o seleccionadas, recurrir a las enmiendas y fertilizantes químicos y eventualmente, replantar las distancias de siembra.

García (8) al comparar 44 variedades de caña, destaca cuatro de ellas que en 4 cosechas consecutivas alcanzaron rendimientos que superaron en un 50% a las variedades tradicionalmente cultivadas. Sin embargo, el factor de susceptibilidad a enfermedades como la roya (*Puccinia melanocephala* H Syd & P. Syd), el carbón (*Ustilago scitaminea* Sydow) y el mosaico, ha permitido que las variedades tradicionales como la POJ 2878, POJ 2961 y otras, sigan vigentes con promedios de producción muy satisfactorios.

En cuanto a la fertilización de la caña cabe mencionar el trabajo de García y Castillo (7) quienes registraron aumentos significativos de la producción de caña y número de tallos por cepa, con aplicaciones de fósforo, potasio y calcio. Más recientemente Echeverry (4) al comparar varias fuentes de fósforo de alta y baja solubilidad para la caña de azúcar no encontró diferencias entre las fuentes con relación a la producción de caña y el porcentaje de sólidos totales en los jugos.

the special case of Sasaima, highly significant differences were observed in the production of stems of cane, after an average of four cuttings, between the plantings in double rows and between the plantings in single rows at short or long distances. The yields of 202 tons of sugar cane per hectare from the plantings in double rows exceeded by 22% the averages of production from the plantings in single rows.

**Additional key words:** Colombia, sugar cane, population density yields.

## INTRODUCCION

El cultivo de la caña para la producción de panela tiene una larga tradición y se encuentra ampliamente expandido por toda la zona cafetera colombiana. Es además un renglón agrícola de gran importancia económica y social para el país.

A pesar de tratarse de pequeñas y medianas explotaciones, el grado de tecnificación es bastante bajo y se observa una acelerada degradación de las plantaciones con la consecuente y dramática disminución de los ingresos familiares. Se menciona como promedio nacional de producción, apenas 47 toneladas de caña/ha y en áreas más tecnificadas rendimientos del orden de las 76 ton/ha, todavía bajos si se tiene en cuenta el potencial de producción del cultivo (6).

Un plan de mejoramiento de las técnicas del cultivo con el propósito de aumentar la productividad, implicaría en la mayoría de las zonas y fincas productoras, renovar con variedades mejoradas o seleccionadas, recurrir a las enmiendas y fertilizantes químicos y eventualmente, replantar las distancias de siembra.

García (8) al comparar 44 variedades de caña, destaca cuatro de ellas que en 4 cosechas consecutivas alcanzaron rendimientos que superaron en un 50% a las variedades tradicionalmente cultivadas. Sin embargo, el factor de susceptibilidad a enfermedades como la roya (*Puccinia melanocephala* H Syd & P. Syd), el carbón (*Ustilago scitaminea* Sydow) y el mosaico, ha permitido que las variedades tradicionales como la POJ 2878, POJ 2961 y otras, sigan vigentes con promedios de producción muy satisfactorios.

En cuanto a la fertilización de la caña cabe mencionar el trabajo de García y Castillo (7) quienes registraron aumentos significativos de la producción de caña y número de tallos por cepa, con aplicaciones de fósforo, potasio y calcio. Más recientemente Echeverry (4) al comparar varias fuentes de fósforo de alta y baja solubilidad para la caña de azúcar no encontró diferencias entre las fuentes con relación a la producción de caña y el porcentaje de sólidos totales en los jugos.

**TABLA 1. Condiciones meteorológicas de las zonas de estudio sobre distancias de siembra de la caña panelera \***

Lugar	Altitud m.s.n.m.	Precipitación mm	Temperatura °C	Brillo solar horas
La Isla (Sasaima-Cundinamarca)	1.300	2.471	19,3	1.400
La Trinidad (Libano-Tolima)	1.430	2.170	19,8	1.593
Albán (El Cairo-Valle del Cauca)	1.450	1.450	19,5	1.379

\* Fuente: Sección de Agroclimatología de CENICAFE.

**TABLA 2. Análisis de fertilidad de los suelos**

Sitio (Unidad)	pH	N %	MO %	P ppm	K	Ca	Mg	Bases	Textura
					me/100 g				
La Isla (Chinchiná)	5,7	0,70	15,3	3,5	1,70	17,2	5,1	24	Franco
La Trinidad (Libano)	5,1	0,635	15,2	1,7	0,46	6,9	1,0	8,4	Franco
Albán (Fondeva)	5,6	0,525	10,5	6,2	1,5	12,2	2,3	16,0	F. arenoso

Se seleccionaron parcelas experimentales que comprendían un cuadrado de 9 m de lado, o sea 81 m<sup>2</sup>, con un número de surcos de caña variable, según el tratamiento. Cada parcela contó con surcos bordes, laterales únicamente.

La siembra dentro del surco se hizo siguiendo el sistema de chorro continuo, es decir, sucesión de trozos de caña de 0,30 m de longitud y con tres yemas, cada uno.

La variedad de caña utilizada fue la POJ 2878, por ser la más cultivada en la zona cafetera colombiana.

Los tratamientos consistieron en surcos simples de caña cuyas separaciones se incrementaron para cada tratamiento en 0,30 m, desde 0,60 m hasta los 2,10 m. Se configuraron así seis tratamientos (Tabla 3).

**TABLA 1. Condiciones meteorológicas de las zonas de estudio sobre distancias de siembra de la caña panelera \***

Lugar	Altitud m.s.n.m.	Precipitación mm	Temperatura °C	Brillo solar horas
La Isla (Sasaima-Cundinamarca)	1.300	2.471	19,3	1.400
La Trinidad (Líbano-Tolima)	1.430	2.170	19,8	1.593
Albán (El Cairo-Valle del Cauca)	1.450	1.450	19,5	1.379

\* Fuente: Sección de Agroclimatología de CENICAFE.

**TABLA 2. Análisis de fertilidad de los suelos**

Sitio (Unidad)	pH	N %	MO %	P ppm	K	Ca	Mg	Bases	Textura
La Isla (Chinchiná)	5,7	0,70	15,3	3,5	1,70	17,2	5,1	24	Franco
La Trinidad (Líbano)	5,1	0,635	15,2	1,7	0,46	6,9	1,0	8,4	Franco
Albán (Fondeva)	5,6	0,525	10,5	6,2	1,5	12,2	2,3	16,0	F. arenoso

Se seleccionaron parcelas experimentales que comprendían un cuadrado de 9 m de lado, o sea 81 m<sup>2</sup>, con un número de surcos de caña variable, según el tratamiento. Cada parcela contó con surcos bordes, laterales únicamente.

La siembra dentro del surco se hizo siguiendo el sistema de chorro continuo, es decir, sucesión de trozos de caña de 0,30 m de longitud y con tres yemas, cada uno.

La variedad de caña utilizada fue la POJ 2878, por ser la más cultivada en la zona cafetera colombiana.

Los tratamientos consistieron en surcos simples de caña cuyas separaciones se incrementaron para cada tratamiento en 0,30 m, desde 0,60 m hasta los 2,10 m. Se configuraron así seis tratamientos (Tabla 3).

**TABLA 3. Tratamientos utilizados en el ensayo sobre distancia de siembra de la caña de azúcar, en tres localidades de la zona cafetera colombiana.**

Tratamiento	Distancia entre surcos simples	Densidad teórica de siembra	Area efectiva parcela experimental	Número de surcos efectivos por parcela
Nº	(m)	(trozos/ha)	m <sup>2</sup>	
1	2,10*	15.873	56,70	3
2	1,80	18.518	64,70	4
3	1,50	22.222	67,50	5
4	1,20	27.777	64,80	6
5	0,90	37.037	72,90	9
6	0,60	55.555	75,60	14

\* En Sasaima (Cundinamarca), el tratamiento 1 tuvo una modificación consistente en la siembra de surcos dobles de caña, separados 0,30 m entre sí y 1,80 m de calle, para una densidad de 31.746 trozos/ha (semilla).

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con seis tratamientos y cinco repeticiones.

En los sitios El Libano y El Cairo, la plantación de caña se fertilizó con 50 kilogramos de nitrógeno y 250 kilogramos de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectárea. Las fuentes empleadas fueron úrea del 46% de N y Superfosfato triple del 46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. La aplicación de los fertilizantes se hizo al voleo y se practicó en la caña plantilla, en los primeros cuatro meses después de la siembra y en plantaciones de soca, inmediatamente después de cortados los tallos y cepilladas las cepas.

En Sasaima, al momento de la siembra, se aplicó Calfos en el fondo del surco, en la dosis de 1 ton/ha. Un mes después de la siembra o inmediatamente después del corte y cepillado de las cepas, se aplicó al voleo fertilizante de la fórmula 10-20-20 a razón de 750 kilogramos por hectárea.

En todos los campos experimentales se practicaron desyerbas a mano y machete durante el desarrollo vegetativo; el despaje y cepillado de las cepas fueron prácticas corrientes, luego de cada corte o cosecha de tallos.

Los resultados se midieron en producción de caña por parcela, durante cuatro cosechas. Con el refractómetro de mano se tomaron lecturas de porcentaje de sólidos solubles totales (Grado Brix), en los jugos de las cañas muestreadas en cada parcela al momento de la cosecha.

Las cuatro cosechas se practicaron en su orden a los 18, 17, 17 y 18 meses en Sasaima; en El Líbano a los 15, 18, 18 y 18 meses. Para El Cairo a los 20, 19, 21 y 20 meses.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 4 se presenta para cada localidad y tratamiento la producción de caña en ton/ha de cada una de las cuatro cosechas. En Cundinamarca el análisis de varianza de las cosechas individuales, mostró en la primera (plantilla), diferencias entre tratamientos sólo al nivel de significancia de  $P = 0,10$  registrándose hasta 56,4 ton/ha de diferencia en la producción de caña, entre los tratamientos 1 y 6. En la segunda cosecha estas diferencias fueron significativas y en la tercera y cuarta altamente significativas. Considerados los promedios de producción de todos los tratamientos a través de las cuatro cosechas, sobresalió con 222,3 ton/ha la plantilla.

En el Tolima, únicamente en la primera cosecha se detectaron diferencias altamente significativas entre tratamientos, con tendencia lineal y signo negativo, es decir, con disminución en la producción de caña a medida que aumentaba la distancia de siembra, con excepción del tratamiento N<sup>o</sup> 1. La cosecha de la plantilla se realizó cuatro meses antes del tiempo previsto, a causa de un volcamiento generalizado provocado por un viento huracanado.

En el Valle del Cauca el análisis de varianza de las cosechas individuales mostró diferencias significativas entre tratamientos, sólo en la tercera y sin una tendencia definida.

En la Tabla 5 se presenta para cada uno de los sitios la producción de caña, promedio de cuatro cosechas. El análisis de varianza detectó en la producción, diferencias altamente significativas solamente en Sasaima, Cundinamarca.

La prueba de Tukey sobre proporciones de medias, Tabla 6, determinó en Cundinamarca diferencias significativas en la producción de la caña sembrada en surcos dobles, separados 0,30 m y 1,80 m de calle (Tratamiento 1) y las siembras en surcos simples a distancias de 1,8; 1,5; 0,90 y 0,60 m (Tratamientos 2, 3, 5 y 6).

De acuerdo con los resultados de los análisis estadísticos de las producciones de caña, tanto en cosechas individuales como en los promedios de las cuatro, la caña en general se puede sembrar en surcos simples a distancias que van desde los 0,60 m hasta 2,10 m, sin que se presenten diferencias importantes en los rendimientos.

TABLA 4. Producción de caña en toneladas por hectárea según la distancia de siembra en tres localidades de la zona cafetera colombiana.

Tratamiento	Distancia entre surcos (m)	CUNDINAMARCA (Sasaima)				TOLIMA (El Líbano)				VALLE DEL CAUCA (El Cairo)			
		Cosecha				Cosecha				Cosecha			
		1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup> (1)	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>
1 <sup>o</sup>	2,10 <sup>(2)</sup>	278,7 °	181,8 *	190,5 **	157,0 **	183,4 **	195,4	187,6	164,4	209,9	158,7	165,2 *	149,4
2 <sup>o</sup>	1,80	211,4	142,0	151,2	128,1	156,4	169,0	185,6	161,6	223,8	177,3	154,8	149,6
3 <sup>o</sup>	1,50	208,9	139,6	148,2	133,3	185,6	182,5	186,0	169,9	211,4	168,8	144,4	154,4
4 <sup>o</sup>	1,20	221,3	137,4	169,8	143,5	191,5	191,0	168,7	163,8	227,3	169,8	142,0	132,1
5 <sup>o</sup>	0,90	210,4	147,6	130,9	127,6	228,4	198,3	181,2	163,7	223,4	161,8	143,8	126,6
6 <sup>o</sup>	0,60	202,9	148,2	153,4	115,1	236,8	201,4	181,1	175,0	236,3	150,5	125,3	129,5
X		222,3	149,4	157,3	134,1	197,0	189,6	181,7	166,4	222,0	164,5	145,9	140,3
C.V.%		17,35	14,65	10,67	11,59	11,23	10,16	7,89	11,78	10,54	11,01	11,45	12,70

° Nivel de significancia de P = 0,10

\* Significativo P = 0,05

\*\* Altamente significativo P = 0,01

(1) Corte a los 15 meses de edad

(2) Dobles surcos, separados 0,30 cm, Cundinamarca

**TABLA 5. Producción de caña bajo diferentes distancias de siembra en tres localidades de la zona cafetera colombiana. Promedio de cuatro cosechas de la variedad POJ 2878.**

Tratamiento		Cundinamarca	Tolima	Valle del Cauca
Nº	Distancia entre Surcos(m)	(Sasaima) (ton/ha)	(El Líbano) (ton/ha)	(El Cairo) (ton/ha)
1	2,10 <sup>(2)</sup>	202,2 **	182,7	170,8
2	1,8	158,2	168,1	176,4
3	1,5	157,5	181,0	169,8
4	1,2	168,0	178,8	167,8
5	0,9	156,4	192,9	163,9
6	0,6	152,9	198,6	160,4
X		165,8	183,7	168,2
C.V.%		12,1	8,4	7,3

(<sup>2</sup>) Dobles surcos, separados 0,30 m en Cundinamarca  
 \*\* Altamente significativo P = 0,01

Donde se presentaron diferencias de producción entre tratamiento en cosechas individuales o en los promedios de cuatro cortes, ocurrieron circunstancias especiales como la recolección anticipada de la primera cosecha en El Líbano y la siembra de caña en dobles surcos, en el caso de Sasaima.

En el cultivo de la caña de azúcar en general, la cosecha de plantilla o primer corte registró promedios de producción de 197 a 222 ton/ha, ampliamente superiores a los promedios de socas los cuales fluctuaron entre 140 y 190 ton/ha.

El cultivo de la caña basa su producción, principalmente en su capacidad de macollamiento. La variedad POJ 2878 por naturaleza tiene un alto poder de macollamiento (3).

En cuanto a las distancias de siembra de la caña es necesario considerar el factor fisiológico de la densidad y la competencia. En las primeras semanas después de la siembra empieza la formación de raíces y la brotación de las yemas. Sigue luego el período de formación de tallos que sobrepasan la superficie del suelo e inician en su base y primeros entrenudos la expansión de yemas axilares.

**TABLA 6. Rendimientos de la caña panelera según diferentes distancias de siembra.**

Prueba de Tukey

Promedio de cuatro cosechas - Sasaima, Cundinamarca (ton/ha)

ALT (0,05) = 41,44

ALT (0,01) = 49,42

Tratamientos	T1	T4	T2	T3	T5	T6
Distancias	2,10 m (doble surco)	1,20 m (surco simple)	1,80 m (surco simple)	1,50 m (surco simple)	0,90 m (surco simple)	0,60 m (surco simple)
Producción	202,0	168,0	158,2	157,5	156,4	152,9

Los valores de producción de los tratamientos sobre la misma línea, son estadísticamente iguales.

En esta etapa del desarrollo vegetativo de la caña, la separación entre los surcos comienza a tener importancia puesto que se inicia propiamente la interacción entre plantas del mismo surco en todos los tratamientos y puede surgir la competencia entre surcos de corta separación 0,60 y 0,90 m.

En un ciclo de siembra-cosecha de 18 a 20 meses, corriente en la zona cafetera, la siembra de la caña a distancias amplias posibilita el desarrollo de un gran número de tallos, los cuales equilibran al final del ciclo las producciones de las parcelas o tratamientos donde la caña se siembra a distancias cortas. Resultados similares fueron encontrados por Mafla (9) en Antioquia y en el Valle del Cauca por Calderón et al (1) y Cenicaña (2).

Al considerar el aspecto económico y sociocultural, las mejores distancias de siembra serían las de 1,80 m y 2,10 m puesto que exigen menor cantidad de semilla por unidad de área y permite el intercalamiento de cultivos de ciclo corto, ya sea de pan coger o industriales.

Considerado y analizado el experimento de Cundinamarca de manera integral, es decir, incluido el Tratamiento 1, siembra de la caña en surcos dobles separados 0,30 y 1,80 m de calle, permite observar nuevas situaciones y hacer otras interpretaciones. Tales resultados son efecto exclusivo de la modalidad de siembra de la caña en surcos dobles y distancias amplias. En el primer corte o plantilla, dicho tratamiento tuvo el más alto promedio de producción de tallos de caña 278,8 ton/ha, con una diferencia de un poco más de 50 ton/ha, con relación a las otras distancias, sólo significativa al nivel de  $P = 0,10$ . En el segundo corte y subsiguientes, la diferencia en producción consolida un nivel de significancia estadística mucho más rígido. El estudio del acumulado de las cosechas y el promedio general de cuatro cortes reafirman el efecto positivo sobre la producción de caña de su siembra en surcos dobles separados 0,30 y 1,80 m de espacio libre. La mayor producción de tallos de caña con este sistema, se debe al surco adicional.

Las plantas en los surcos quedan con un espacio lateral amplio, 1,8 m que les permite un macollamiento normal de la cepa y un crecimiento vegetativo importante, libre de competencia externa durante largos meses. Aunque se perfila un mayor potencial de producción de caña con la siembra en surcos dobles a distancias amplias, que en surcos simples a distancias cortas o largas, se necesita más investigación.

Al expresar las distancias de siembra de la caña en función de densidad de yemas/ha, equivale el tratamiento uno a aumentar por única vez un 14,3% la cantidad de la semilla vegetativa, normalmente utilizada en la siembra en surcos simples separados 1,20 metros. De esta forma se logra un aumento del 20% en la producción de caña, estable a través de las cosechas.

De otra parte, con relación a los grados Brix de los jugos de las cañas medidos al momento de la cosecha, los resultados indicaron que las distancias de siembra no afectaron la maduración de las cañas, ni el contenido de sólidos totales en los jugos.

#### BIBLIOGRAFIA

1. CALDERON D., V.A., SANCHEZ E., O; GOMEZ P., J.F.; AYALDE V., G. Estudios preliminares sobre distancias de siembra en caña de azúcar, variedad POJ 2878. Agricultura Tropical (Colombia) 25(10):632-634. 1969.
2. CENTRO DE INVESTIGACION DE LA CAÑA DE AZUCAR EN COLOMBIA. CENICAÑA. Cali (Colombia). Efecto de la densidad de siembra en la producción de la caña. In: CENICAÑA. Informe anual 1984. Cali (Colombia) Cenicafé, 1985. pp. 59-61.
3. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACION DE LA DE LA CAÑA DE AZUCAR DE COLOMBIA. CENICAÑA. Cali (Colombia). Variedades y prácticas culturales. 3.1. Evaluación de las características agronómicas de las principales variedades comerciales. In: Informe de labores 1982. Cali (Colombia). Cenicafé. 1983. pp. 107-114.
4. ECHEVERRY L., M. Evaluación de diferentes abonos simples, ricos en fósforo para la caña de azúcar. In: 4º Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. Neiva (Colombia), 18-21 agosto 1987. Resúmenes de trabajos. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Regional Huila. p. 69-70.
5. ECHEVERRY L., M. Informe final de los resultados del proyecto CA15(3): Comparación de diez variedades de caña de azúcar que pueden ser cultivadas en la región cafetera del Quindío. Chinchiná (Colombia). Centro Nacional de Investigaciones de Café, 1984. 12 p. (Mecanografiado) (Comunicación 03744 del 2 de octubre de 1984).
6. FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Bogotá (Colombia). Programa de Desarrollo y Diversificación de zonas cafeteras. Programa de Producción y Comercialización de caña en zona cafetera 1984-1988. Bogotá (Colombia), Federacafé. 1983. 17 p.
7. GARCIA R., F.; CASTILLO Z., J. Primeros resultados en la fertilización de la caña de azúcar en suelos con alto contenido de materia orgánica. Cenicafé (Colombia) 13(1):23-32. 1962.
8. GARCIA R., F. Variedades de caña de azúcar de mejor producción para la zona cafetera colombiana. Cenicafé (Colombia) 22(3):73-81. 1971.
9. MAFLA B., A. Efecto de diferentes distancias y densidades de siembra en la producción de caña para panela. Revista ICA (Colombia) 17(4):141-148. 1982.
10. MATHERNE, R. J. La influencia del espaciado en hileras en la población y el rendimiento de los tallos de caña de azúcar. In: Sugar and Azúcar (Estados Unidos) 72(6):119-120. 1977.
11. YANG, P.C.; H.O., F.W; YIN, S.A.; LO., CC. Effects of dual-row planting on the growth and yield of sugarcane. Taiwan sugar 30(6):185-191. 1983.

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA  
SUBGERENCIA GENERAL TECNICA  
DIVISION DE INVESTIGACION Y EXPERIMENTACION  
Centro Nacional de Investigaciones de Café  
"Pedro Uribe Mejía"

**DIRECCION**

Gabriel Cadena Gómez Ph.D

**Sección Biometría**

Lucelly Orozco G. Ing. Agrónomo\*\*

Esther Cecilia Montoya R. Estadístico

Bernardo Chavez C. Estadístico M.Sc.

**Sección de Divulgación Científica**

José Vélez M. Ing. Agrónomo

Héctor Fabio Ospina O. Ing. Agrónomo M.Sc.

**Sección de Documentación**

Luis Maya M. Bibliotecólogo Ph.D.

**Sección de Investigaciones Económicas**

Roberto López A. Ing. Agrónomo M.Sc. - Economista

Alonso Gallo C. Médico Veterinario M.Sc.

Gerardo Chamorro T. Ing. Agrónomo

**Grupo de Sistemas**

Michel Prieto T. Ing. Civil

Luis Ignacio Estrada H. Ing. Químico

**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA Y SUELOS**

**Sección de Agroclimatología**

Lucía Gómez G. Ing. Agrónomo

Alvaro Jaramillo R. Ing. Agrónomo M.Sc.

Orlando Guzmán M. Ing. Agrónomo\*

José Vicente Baldión R. Ing. Agrónomo

**Sección Conservación de Suelos**

Alvaro Gómez A. Ing. Agrónomo M.Sc.

Mario Botero J. Ing. Agrónomo

Horacio Rivera P. Ing. Agrónomo\*

**Sección de Entomología**

Marcial Benavides G. Ing. Agrónomo

Reinaldo Cárdenas M. Ing. Agrónomo M.Sc.

Jaime Orozco H. Ing. Agrónomo

**Sección de Fisiología Vegetal**

Jaime Arcila P. Ing. Agrónomo Ph.D.

**Sección de Fitomejoramiento**

Jaime Castillo Z. Ing. Agrónomo M.Sc.

Francisco Javier Orozco C. Ing. Agrónomo M.Sc.

Germán Moreno R. Ing. Agrónomo M.Sc.\*

Gabriel Alvarado A. Ing. Agrónomo M.Sc.

Lina Clemencia Londoño R. Ing. Agrónomo

María del Pilar Moncada B. Ing. Agrónomo

María Teresa González G. Bacterióloga

**Sección de Fitopatología**

Jairo Leguizamón C. Ing. Agrónomo Ph.D.

César Augusto Sierra S. Ing. Agrónomo M.Sc.

Diógenes Villalba G. Ing. Agrónomo M.Sc.

Carlos Alberto Rivillas O. Ing. Agrónomo

Francisco Luis Grisales L. Ing. Agrónomo

Luis Fernando Gil V. Ing. Agrónomo

**Sección de Química Agrícola**

Germán Valencia A. Ing. Agrónomo M.Sc.

Senén Suárez V. Ing. Agrónomo M.Sc.\*

Ignacio Federico Carrillo P. Químico

Eduardo de Jesús Bravo G. Agrólogo M.Sc.

**DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA Y TECNOLOGIA**

**Sección de Ingeniería Agrícola**

Gonzalo Roa M. Ing. Electromecánico Ph.D.

Jairo Alvarez H. Ing. Agrícola M.Sc.

Carlos Eugenio Oliveros T. Ing. Agrícola M.Sc.

José Alvarez G. Ing. Agrónomo

**Sección Café**

Alfonso Mestre M. Ing. Agrónomo

Néstor Salazar A. Ing. Agrónomo M.Sc.

**Sección de Cultivos Asociados**

Luis Guillermo Arango B. Ing. Agrónomo M.Sc.\*\*

Manuel José Echeverri L. Ing. Agrónomo M.Sc.

Javier García A. Ing. Agrónomo

**Sección de Industria Animal**

Jaime Rubio U. Médico Veterinario M.Sc.

Carlos Franco A. Médico Veterinario

María Cristina Cardona B. Médica Veterinaria

**Sección de Química Industrial**

Jaime Zuluaga V. Químico Ph.D.

Mario Franco J. Ing. Industrial

Gloria Inés Puerta Q. Ing. Química\*

Diego Antonio Zambrano F. Ing. Químico

**EXPERIMENTACION REGIONAL**

**Estación Central Naranjal**

Celso Arboleda V. Ing. Agrónomo M.Sc.

Luis Fernando Machado M. Ing. Agrónomo

**Experimentación Regional de Antioquia**

Heli Marín N. Ing. Agrónomo

**Experimentación Regional de Caldas**

José Darío Arias C. Ing. Agrónomo

**Experimentación Regional de Cundinamarca**

Alvaro Ernesto Duarte G. Ing. Agrónomo M.Sc.

**Experimentación Regional del Huila**

Erneth Parra M. Ing. Agrónomo

**Experimentación Regional del Quindío**

Luis Oscar Arias R. Ing. Agrónomo

**Experimentación Regional del Tolima**

Eduardo Hernández G. Ing. Agrónomo

**Experimentación Regional del Valle**

Argemiro Herrera H. Ing. Agrónomo

**Hacienda Maracay**

Luis Everardo Laverde G. Ing. Agrónomo

**Hacienda La Sirena**

Carlos Julio Ramírez Ing. Agrónomo

**DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO**

Oscar Cardona A. Médico Veterinario - Abogado

Edison Olivera M. Ing. Agrónomo M.Sc.

---

\* Comisión de estudios.

\*\* Jefe encargado