

ESTUDIO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN FRÍJOL RELEVO MAÍZ, INTERCALADO EN ZOCAS DE CAFÉ¹

Dayhan Granada-Díaz²; Argemiro Miguel Moreno-Berrocal^{**}; Javier García-Alzate^{***}; Jhon Wilson Mejía-Mejía^{****}

RESUMEN

GRANADA D., D.; MORENO B., A.M.; GARCÍA A., J. Estudio del sistema de producción frijol relevo maíz, intercalado en zocas de café. Cenicafé 58 (2):111-121.2007.

En un cafetal zoqueado se evaluó el sistema de producción frijol relevo maíz, para determinar si este arreglo interespecífico intercalado en zocas afectaba el crecimiento del café durante el primer año, establecer si los cultivares regionales de maíz como tutor para el frijol se pueden sustituir por cultivares mejorados así como reemplazar los tutores artificiales, y determinar la fecha relativa de siembra del frijol. Se evaluaron 16 tratamientos en arreglo factorial 4x3+4. Los factores fueron: el sistema de tutor con los cultivares de maíz (híbrido FNC-3054, variedad ICA V-305 y maíz regional) y un tutor artificial, las fechas relativas de siembra del frijol (60, 90 y 120 días después de la siembra del maíz-DDSM), y cuatro testigos (café, FNC-3054, ICA V-305 y maíz regional). Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El sistema de producción frijol relevo maíz no afectó la longitud de tallos, número de cruces, distancia entre nudos y número de nudos del café. Se registró un rendimiento del maíz regional (5.149kg.ha⁻¹) y la variedad ICA V-305 (4.746kg.ha⁻¹) menor al del híbrido FNC-3054 (7.081kg.ha⁻¹); por tanto, los materiales de maíz mejorados pueden emplearse como tutores. El promedio de la producción de frijol con el tutor de maíz fue de 941kg.ha⁻¹ conforme al promedio nacional (900kg.ha⁻¹). La época apropiada para sembrar el frijol es a los 90 DDSM.

Palabras claves: *Phaseolus vulgaris* L., *Zea mayz* L., *Coffea arabica*, cultivos intercalados, frijol voluble.

ABSTRACT

The bean substitution maize production system was evaluated in a pruned coffee plantation in order to determine if this interspecific arrangement switched in the pruned plants affected the coffee growth during the first year, to establish if the regional maize cultivars, such as bean protector, can be substituted by improved cultivars or if they can replace the artificial support (stakes), and to determine the relative date of the bean sowing. Sixteen treatments were evaluated in factorial arrangement 4x3+4. The factors were: the support system with the maize cultivars (hybrid FNC-3054, ICA variety V'305 and regional maize) and an artificial protector. The relative sowing dates were 60, 90 and 120 days after the maize sowing-DAMS, and there were four controls (coffee, FNC-3054, ICA V-305 and native maize). A totally randomized design with four repetitions was used. The bean substitution maize production system did not affect the length of the stems, the number of crosses, distance between nodes and number of coffee nodes. The efficiency of the native maize (5,149kg/ha) and of the ICA variety V-305 (4.746 kg/ha) registered values lower than those of the hybrid FNC-3054 (7,081kg/ha); thus, the improved maize materials can be used as support. The average of bean production with the maize protector was 941kg.ha⁻¹ according to the national average (900kg.ha⁻¹). The appropriate epoch to sow bean is 90 DAMS.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L., *Zea mayz* L., intercropping, *Coffea arabica*, intercropping, climbing beans.

¹ Fragmento de la tesis presentada a la Universidad de Nariño por el primer autor, para optar al título de Ingeniera Agrónoma.

^{*} Ingeniera Agrónoma, Programa de Ingeniería Agronómica. Universidad de Nariño.

^{**} Investigador Científico II. Fitotecnía. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

^{***} Profesor, Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agronómica. Universidad de Nariño. Pasto.

^{****} Asistente I de Investigación. Programa de Experimentación. Subestación Experimental El Rosario. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

La explotación continua del suelo con unicultivos no es una actividad agrícola sostenible. Para el caso de la zona cafetera, los sistemas de producción de café intercalado con cultivos transitorios en los lotes de café renovados mediante siembra nueva o zoqueo, se han considerado como una estrategia de producción sostenible, que contribuye a la seguridad alimentaria de las familias cafeteras, así como a la diversificación y reducción de los costos de la producción del café, y a la generación de empleo e ingresos adicionales para los caficultores; por tanto, mientras avanza el crecimiento vegetativo de los cafetos, puede aprovecharse el espacio de las calles y las buenas condiciones de suelo y clima, para intercalar cultivos transitorios o semiperennes en arreglos espaciales y cronológicos que no afecten la producción de café (6, 4).

El frijol se cultiva en todo el territorio nacional y algunos departamentos cafeteros figuran como los principales productores, con el aporte de más del 85% de la producción nacional, donde el 65% de la producción de frijol se obtiene con plantas de crecimiento indeterminado (volubles), y uno de los sistemas de producción más usado por pequeños agricultores es el de relevo con maíz, tanto sólo como intercalado con café (12).

Los agricultores a menudo trabajan en arreglos interespecíficos con los cuales pueden aprovechar adecuadamente el suelo, éstos también les permiten mejorar la productividad de sus sistemas agrícolas y aumentar la diversidad de la vegetación, y a la vez les ofrecen opciones potencialmente útiles para disminuir la dependencia de insumos externos, reducir al mínimo la exposición a los agroquímicos, disminuir el riesgo económico y la vulnerabilidad nutricional, así como proteger los recursos naturales para una explotación agrícola sostenible (8).

Debido al establecimiento generalizado de monocultivos se han ido perdiendo espacios productivos, por tanto, es necesario implementar proyectos que permitan aprovechar el espacio de los cafetales al máximo cuando éstos se renuevan, ya sea por siembra nueva o por zoca. La utilización del suelo en esta etapa del cafetal permite reducir los costos en el mantenimiento del café. Además, al intercalar cultivos como el frijol, se obtiene la producción de granos y se contribuye con la fijación de sustancias nitrificantes al suelo (11); aunque la cantidad de nitrógeno que puede fijar una leguminosa es variable y ésta depende de la especie, de la cepa de la bacteria simbiótica y de las condiciones del suelo (8).

En el arreglo interespecífico de frijol y maíz, se aprovecha tanto la fijación de nitrógeno atmosférico por parte de la leguminosa como la descomposición de los residuos de cosecha del maíz, que liberan lentamente nutrientes y materia orgánica, los cuales además son aprovechados por el cultivo de frijol durante su desarrollo, lo que disminuye la necesidad de fertilizantes (3). No obstante, para disminuir el riesgo de competencia de los cultivos transitorios con el café, se recomienda realizar un manejo independiente de cada cultivo, así como una adecuada fertilización con base en el análisis de suelo.

En el sistema descrito, el frijol se siembra después de que el maíz ha alcanzado o está próximo a alcanzar su madurez fisiológica, lo que permite que los tallos del maíz sirvan de tutor para las plantas de frijol, de esta manera se reemplazan los tutores habitualmente construidos con materiales inertes e improductivos, y cuyos costos pueden ser superiores al 35% del costo total del cultivo. En este sistema es muy común que se realicen arreglos para que una sola

preparación inicial del suelo sea suficiente para establecer los dos cultivos (3).

Para evaluar la eficiencia del sistema se determinó si el arreglo interespecífico frijol relevo maíz, intercalado en zocas de café, afectaba el crecimiento del café durante el primer año, y si los cultivares regionales de maíz como tutor para el frijol de crecimiento indeterminado, se podían sustituir por cultivares mejorados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El estudio se realizó entre mayo de 2005 y mayo de 2006, en la Subestación Experimental El Rosario ubicada en el municipio de Venecia (Antioquía), a 1.635m de altitud, con una humedad relativa del 74%, un promedio de temperatura de 20,1°C y una precipitación anual de 2.504mm.

Cultivares

Café variedad Colombia (*Coffea arabica* L.) en zoca

Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. cargamanto rojo

Maíz (*Zea mays* L.): maíz regional o criollo, híbrido FNC-3054 y variedad ICA V-305.

Tratamientos. En un lote renovado mediante zoqueo, se sembraron en relevo los tres cultivares de maíz y el frijol de crecimiento indeterminado tipo cargamanto. Se evaluaron 16 tratamientos en arreglo factorial 4x3+4, donde los factores experimentales fueron los tutores con cuatro niveles, conformados por los tres cultivares de maíz y un tutor artificial, las fechas relativas de siembra del frijol (60, 90 y 120 días después de la siembra del maíz - DDSM), y cuatro testigos (café solo, FNC-3054 solo, ICA V-305 solo y maíz regional solo).

Parcela experimental. Estuvo conformada por 24 sitios de café, en un área de 48m². En esa misma área se sembraron 78 sitios con maíz y frijol, en seis surcos a 1,0m, con 13 sitios a 0,4m entre sí.

Parcela efectiva. Estuvo compuesta por ocho sitios de café con un área de 16m² y 44 sitios con maíz y frijol, en un área de 17,6m², tanto para maíz (88 plantas) como para frijol (88 plantas).

Diseño experimental. Los tratamientos fueron asignados aleatoriamente a las parcelas experimentales, de acuerdo al diseño de Bloques Completos al Azar en donde el factor de bloqueo fue la pendiente del lote. Se tuvieron cuatro bloques; nivel de significación del 5% y una confiabilidad del 95%.

Manejo experimental de los componentes específicos

Café. Se utilizó un lote de café zoqueado, con una distancia de siembra de 2m x 1m, y dos chupones por sitio, para obtener una población de 10.000 tallos por hectárea. La selección de los chupones se realizó a los dos meses después del zoqueo y se definió a los cuatro meses.

Maíz. En cada calle del cafetal se sembraron dos surcos de maíz a 0,5m del surco de café y 1m entre sí, con 13 sitios a 40cm (50.000 plantas/ha), y se depositaron por sitio tres semillas para dejar dos plantas en el raleo, el cual se hizo diez días después de la emergencia.

Frijol. Para que las plantas de frijol se enredaran, a medida que fueran creciendo, al lado de las plantas de maíz se sembraron tres semillas de frijol, a los 60, 90 y 120 días después de la siembra del maíz (DDSM). El

raleo de las plantas de frijol se hizo diez días después de la emergencia y se dejaron dos plantas por sitio.

Fertilización

En café se aplicaron 30g/sitio de urea a los cuatro y seis meses después del zoqueo y 40g/sitio de urea a los 10 meses después del zoqueo, según los análisis de suelos.

En maíz se aplicaron 500kg.ha⁻¹ de sulfato de calcio (yeso agrícola), un mes antes de la siembra, como enmienda para todo el lote. Al momento de la siembra se aplicaron 10g/sitio de la mezcla 4:1 de difosfato de amonio (DAP) y cloruro de potasio (KCl), y treinta días después se aplicaron 8g/sitio de la mezcla 3:1 de urea y cloruro de potasio.

Para el frijol se aplicaron 10g/sitio de difosfato de amonio (DAP) al momento de la siembra.

Información registrada

Café. Longitud de las ramas (cm), número de cruces, distancia entre nudos (cm) y número de nudos, en cuatro sitios al azar de la parcela efectiva.

Frijol. Número de plantas cosechadas, número de vainas en todas las plantas cosechadas, peso de los granos, humedad de los granos y peso total de los granos, el cual se ajustó al 15% de humedad, y se expresó en kg.ha⁻¹.

Maíz. Número de plantas y de mazorcas cosechadas, peso de las mazorcas y de los granos expresado en kg, porcentaje de humedad de los granos, y rendimiento en kg.ha⁻¹, ajustado a la humedad comercial del 15%.

Análisis estadístico. Se hizo un análisis de varianza conforme al modelo de Bloques

Completos al Azar, en arreglo factorial aumentado. Se realizó la prueba de Tukey al 5% para comparar los arreglos interespecíficos con los unicultivos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Maíz. Hubo diferencias entre los promedios del rendimiento de maíz de los tres cultivares evaluados. Se observó que el híbrido FNC-3054 mostró un rendimiento estadísticamente mayor al obtenido con el maíz regional y la variedad ICA V-305 (Tabla 1). En el campo se observó que el híbrido FNC-3054 es un buen tutor para el frijol porque soportó su peso durante todo su ciclo sin volcarse, además de su capacidad de anclaje y de su tallo fuerte y grueso, que le permitió a las plantas de frijol enrollarse y desarrollarse sin dificultad.

Aunque los rendimientos del maíz regional y la variedad ICA V-305 fueron estadísticamente iguales, el primero es un material que posee características indeseables en cuanto a su altura, la cual sobrepasa los cuatro metros, y al punto de inserción de la mazorca, cercano a los dos metros, que complican la cosecha y lo hacen vulnerable al volcamiento a causa de los vientos; mientras que la variedad ICA V-305 posee una altura menor y sus tallos son fuertes y con buen anclaje.

Los agricultores que realizan este arreglo siembran el frijol después que el maíz alcanza o está próximo a alcanzar su madurez fisiológica, es decir a los 120 días (3). Los resultados mostraron que la mayor producción de maíz se obtuvo cuando se sembró el frijol a los 60 días después de la siembra del maíz (Tabla 2). Con este resultado se demuestra que puede sembrarse el frijol de forma temprana sin que se afecte negativamente la producción del maíz, dado que éste es eficiente en la extracción de nutrientes, además del posible

Tabla 1. Promedio del rendimiento de los cultivares de maíz con humedad del 15%.

| Cultivar | Rendimiento (kg.ha ⁻¹) |
|---------------------------------|------------------------------------|
| FNC - 3054 | 7.081 a |
| Regional | 5.149 b |
| ICA V – 305 | 4.746 b |
| Diferencia mínima significativa | 484 |
| C.V. (%) | 8,4 |

Promedios con letras distintas indican diferencia estadística según la prueba de Tukey al 5%.

Tabla 2. Promedio del rendimiento de maíz, al 15% de humedad, de acuerdo a la fecha relativa de la siembra del frijol.

| Fecha relativa de siembra del frijol (Días después de la siembra del maíz, DDSM) | Rendimiento (kg.ha ⁻¹) |
|---|---------------------------------------|
| 60 | 6.059 a |
| 90 | 5.581 ab |
| 120 | 5.335 b |
| Diferencia Mínima Significativa | 484 |

Promedios con letras distintas indican diferencia estadística según la prueba de Tukey al 5%.

beneficio que le suministró la fertilización del frijol en esta época.

Se ha demostrado que no se presenta o se minimiza la interacción negativa entre los cultivos, siempre y cuando se suministren los nutrimentos necesarios y se hagan las prácticas que cada cultivo demanda, por tanto se debe ofrecer un manejo agronómico independiente a cada cultivo mediante arreglos espaciales y cronológicos que optimicen la distribución de los recursos, pues según Margate *et al.* (9), en estudios del sistema de producción de coco intercalado con café, observaron que el café no se beneficiaba del fertilizante aplicado al coco, por tanto fue necesario aplicar fertilizante por separado a los dos cultivos. Además, el análisis económico mostró el mayor ingreso neto cuando se aplicaron fertilizantes a ambos cultivos.

De otra parte, se observó que el frijol no compete con el maíz durante esta etapa, además

se puede asumir que las altas producciones se debieron al favorable comportamiento del híbrido de maíz como tutor del frijol, desde los 60 DDSM. Así mismo, es probable que la competencia del frijol disminuyera con la fertilización nitrogenada del maíz, aspecto corroborado por Morgado y Willey (10), quienes además observaron que este tipo de fertilización es muy eficiente en el aumento de la producción de mazorcas. Con estos resultados se demuestra que el maíz regional no es la mejor opción para los caficultores colombianos, porque aparte de sus desfavorables características como tutor, tiene un bajo rendimiento.

Fríjol

Granos por vaina. De acuerdo al material utilizado como tutor, el análisis estadístico mostró diferencias a favor del tutor artificial con respecto al maíz regional. No obstante, el tutor artificial y el cultivar FNC-3045

presentaron valores estadísticamente iguales. El maíz regional tuvo un efecto negativo sobre esta variable, posiblemente debido a que por su altura le proporciona exceso de sombra a la planta de frijol, la cual se traduce en un menor número de granos por vaina comparado con el tutor artificial (Tabla 3).

Peso de 100 granos. De acuerdo con los resultados observados en la Tabla 3, el maíz

no ejerció competencia hacia el frijol, lo que demuestra que el tutor artificial puede reemplazarse por los cultivares evaluados sin que se afecte el peso del grano.

Sin embargo, la fecha de siembra del frijol afectó el peso del grano, con promedios a favor del frijol sembrado a los 60 DDSM (Tabla 4). Así, la siembra temprana del frijol permitió alcanzar pesos por encima de 75g/100 granos (12).

Tabla 3. Promedios de granos/vaina, vainas/planta, peso de 100 granos y rendimiento del frijol, para cada tipo de tutor evaluado.

| Tutor | Granos/vaina | Vainas/planta | Peso de 100 granos (g) | Rendimiento (kg.ha ⁻¹) |
|------------|--------------|---------------|------------------------|------------------------------------|
| Artificial | 5,16 a | 5,4 a | 76,2 a | 1.141 a |
| ICA V-305 | 4,98 ab | 5,0 a | 71,9 a | 973 b |
| FNC-3054 | 4,86 ab | 5,2 a | 72,3 a | 985 ab |
| REGIONAL | 4,82 b | 4,9 a | 73,8 a | 897 b |
| Media | 5,0 | 5,1 | 73,5 | 999 |
| C. V. (%)* | 6,0 | 16,8 | 8,2 | 15,0 |
| D.M.S.* | 0,3 | 0,9 | 6,7 | 165,1 |

Promedios con letras distintas indican diferencia estadística según la prueba de Tukey al 5%.

* C.V.: Coeficiente de variación; M.D.S.: Diferencia mínima significativa

Tabla 4. Efecto de la fecha relativa de siembra del frijol sobre las variables granos/vaina, vainas/planta, peso de 100 granos y rendimiento (grano seco al 15% de humedad).

| Días después de la siembra del maíz (DDSM *) | Vainas/planta | Granos/vaina | Peso de 100 granos (g) | Rendimiento (kg.ha ⁻¹) |
|--|---------------|--------------|------------------------|------------------------------------|
| 120 | 5,8 a | 5,2 a | 70,3 b | 1.143 a |
| 90 | 5,6 a | 5,2 a | 68,8 b | 1.061 a |
| 60 | 4,0 b | 4,5 b | 81,5 a | 793 b |
| D.M.S. | 0,7 | 0,3 | 5,3 | 129,7 |

Promedios con letras distintas indican diferencia estadística según la prueba de Tukey al 5%.

* D.M.S.: Diferencia mínima significativa

La producción de frijol fue mayor cuando se utilizaron el tutor artificial y el híbrido FNC-3054 (Tabla 3). Esto demuestra que el híbrido no afecta negativamente al frijol, y ratifica que este cultivar se puede utilizar como tutor. Para todos los cultivares evaluados se registraron promedios de producción mayores a los reportados por Castaño (2), de 600 a 900kg.ha⁻¹, en el sistema de producción frijol cargamanto relevo maíz.

Rendimiento. La producción de frijol depende de la fecha relativa de siembra y del tipo de tutor utilizado. Los mayores rendimientos se obtuvieron cuando el frijol se sembró a los 90 y a los 120 DDSM; en estos casos, el peso osciló alrededor de 70g/100 granos. Cuando la siembra se hizo a los 60 DDSM los rendimientos disminuyeron aunque el peso de 100 granos de frijol fue de 81,5g (Tabla 4).

De lo anterior se concluye que para los caficultores, la mejor información de este estudio es que pueden reemplazar el tutor artificial por un tutor productivo como lo es un cultivar mejorado de maíz, sin afectar la producción y la calidad del frijol, el cual se puede sembrar un mes antes de la fecha que usan actualmente, y así garantizar una mayor disponibilidad de agua durante el crecimiento vegetativo del frijol.

Café. Los cultivos intercalados no afectaron negativamente el crecimiento del café en cuanto a la longitud de las ramas, el número de cruces y la distancia entre nudos. El frijol y el maíz favorecen de alguna forma al café, para que tenga un mayor crecimiento en este tipo de arreglo interespecíficos, que en unicultivo. Además, hay un aporte de nutrimentos del frijol por la fijación de nitrógeno, debido

a que la bacteria *Rhizobium* le permite al frijol fijar de la atmósfera hasta el 60% de su requerimiento de nitrógeno (5), y así el café lo puede aprovechar más adelante.

Longitud de las ramas. De acuerdo con los valores promedio mensuales no se observó retraso en el crecimiento del café. Los mayores valores de longitud se registraron en el último mes de evaluación (mayo), entre 64,2 y 73,7cm, un año después del zoqueo; estos valores se ubican dentro del rango de 71,9cm, registrado por Torres y Echeverri (14), en una zoca de café var. Caturra intercalado con canavalia.

Número de cruces. En los arreglos que tuvieron un tutor vivo (maíz), la formación media de cruces en café fue mayor (entre 0,2 y 0,7), que cuando se tuvo café en unicultivo. Según Blanco, citado por Blanco *et al.* (1), un mayor número de cruces en la planta representa mayor material productivo a disposición para los próximos años.

El promedio del número de cruces aumentó en el tiempo, al igual que la longitud de las ramas, con valores entre 10,3 y 12 cruces, registrados en el mes de mayo (un año después del zoqueo) (Tabla 5). Mensualmente el número de nuevas cruces estuvo entre 0,5 y 1,7 cruces, valores similares a los obtenidos en estudios realizados en Cenicafé¹, con registros de 11,5 cruces en un año, y entre 0,5 y 1,1 cruces por mes.

Al no haber efecto de los tratamientos en la formación de cruces, se puede afirmar que no hubo competencia del sistema de producción frijol relevo maíz al cafetal, lo cual puede deberse a una adecuada nutrición de las plantas, que se puede explicar tanto

¹ Arcila P., J. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Comunicación personal. 2002

por el efecto favorable de la cobertura de los cultivos intercalados, que pueden mantener por más tiempo la humedad del suelo como por el aporte de nutrimentos de sus residuos mediante el reciclaje. Sánchez (13), en estudios realizados con siembras de maíz en callejones con leguminosas, donde no hubo diferencias estadísticas en el rendimiento del maíz en este sistema frente al testigo

fertilizado con nitrógeno en dosis de 75kg. ha⁻¹ de N, demostró que el nitrógeno aportado por las leguminosas suple gran parte de los requerimientos del maíz.

Distancia entre nudos. La media de la distancia entre nudos aumentó en el tiempo, y fue congruente con el aumento en el número de cruces y la longitud de los brotes (Tabla

Tabla 5. Promedio mensual del número de cruces por rama de café en cada uno de los arreglos estudiados.

| Arreglo | Cruces por rama | | | | | | | | |
|---|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May |
| Frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (60 DDSM) | 2,4 | 3,5 | 4,1 | 4,9 | 6,0 | 7,0 | 8,2 | 9,7 | 11,2 |
| Frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (90 DDSM) | 2,3 | 3,5 | 4,3 | 5,3 | 6,4 | 7,4 | 8,5 | 9,8 | 11,3 |
| Frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (120 DDSM) | 2,5 | 3,8 | 4,5 | 5,3 | 6,5 | 7,3 | 8,8 | 10,3 | 12,0 |
| ICA V-305 (o) | 2,1 | 3,2 | 4,2 | 5,0 | 6,1 | 7,1 | 8,4 | 9,8 | 11,5 |
| Frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 DDSM) | 2,7 | 3,8 | 4,3 | 5,2 | 6,2 | 7,2 | 8,3 | 9,8 | 11,1 |
| Frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (90 DDSM) | 1,8 | 2,7 | 3,4 | 4,3 | 5,5 | 6,5 | 7,6 | 9,1 | 10,3 |
| Frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (120 DDSM) | 2,4 | 3,4 | 4,0 | 4,6 | 5,7 | 6,7 | 7,8 | 9,2 | 10,6 |
| FNC-3054 (o) | 2,3 | 3,5 | 4,1 | 5,0 | 6,1 | 7,1 | 8,3 | 9,8 | 11,2 |
| Frijol relevo Regional intercalado con café (60 DDSM) | 2,3 | 3,4 | 4,3 | 5,1 | 6,3 | 7,2 | 8,5 | 10,1 | 11,3 |
| Frijol relevo Regional intercalado con café (90 DDSM) | 2,7 | 3,8 | 4,6 | 5,4 | 6,5 | 7,3 | 8,6 | 9,9 | 11,5 |
| Frijol relevo Regional intercalado con café (120 DDSM) | 2,5 | 3,4 | 4,1 | 5,0 | 5,9 | 7,0 | 8,1 | 9,7 | 11,3 |
| Regional (o) | 2,3 | 3,5 | 4,3 | 5,1 | 6,1 | 7,1 | 8,5 | 9,8 | 11,2 |
| Frijol tutor artificial (60 DDSM) | 2,2 | 3,4 | 4,1 | 5,0 | 5,9 | 7,0 | 8,0 | 9,5 | 11,1 |
| Frijol tutor artificial (90 DDSM) | 2,1 | 3,0 | 3,8 | 4,7 | 5,9 | 6,8 | 8,0 | 9,5 | 10,9 |
| Frijol tutor artificial (120 DDSM) | 2,1 | 3,1 | 3,9 | 4,9 | 5,9 | 7,0 | 8,2 | 9,8 | 11,3 |
| Café (o) | 2,0 | 3,1 | 3,9 | 4,8 | 5,9 | 6,9 | 8,0 | 9,7 | 11,0 |

6). El crecimiento de los órganos vegetativos del café ha sido frecuentemente asociado a la productividad económica, con altas correlaciones entre la producción de frutos y el crecimiento de las ramas laterales y de los nudos formados. En consecuencia, el conocimiento del crecimiento vegetativo de este cultivo en relación con la edad es de gran importancia, para identificar el posible efecto causado al intercalar otros cultivos (7).

Número de nudos por rama. En el arreglo frijol relevo FNC-3054, intercalado con café (60 DDSM), se observó un mayor número de nudos por rama respecto al arreglo frijol con tutor artificial (120 DDSM) (Tabla 7). Esta respuesta del café se puede explicar porque el frijol en tutor artificial se desarrolla mejor, y por tanto, puede sugerirse que hubo mayor sombra con respecto al tratamiento mencionado, y según Valencia (15), la reducción en la luminosidad tiende a producir plantas más altas y menos diferenciadas por

Tabla 6. Promedio mensual de la distancia entre nudos de café, en cada uno de los arreglos estudiados.

| Arreglo | Distancia entre nudos | | | | | | | | |
|---|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May |
| Frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (60 DDSM) | 3,3 | 4,7 | 4,7 | 5,2 | 5,6 | 5,6 | 6,6 | 7,0 | 7,8 |
| Frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (90 DDSM) | 3,2 | 4,6 | 4,9 | 5,5 | 6,1 | 6,2 | 7,3 | 7,7 | 8,4 |
| Frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (120 DDSM) | 3,6 | 5,1 | 4,9 | 5,7 | 6,5 | 6,8 | 7,8 | 8,0 | 8,8 |
| ICA V-305 (o) | 3,1 | 4,4 | 4,5 | 5,2 | 5,9 | 6,1 | 7,1 | 7,4 | 8,1 |
| Frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 DDSM) | 3,8 | 5,4 | 4,9 | 5,6 | 6,0 | 6,1 | 7,2 | 7,4 | 8,0 |
| Frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (90 DDSM) | 2,7 | 3,8 | 4,1 | 4,6 | 5,4 | 5,5 | 6,8 | 6,9 | 7,8 |
| Frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (120 DDSM) | 3,5 | 4,6 | 4,4 | 5,2 | 5,6 | 5,9 | 7,0 | 7,1 | 7,8 |
| FNC-3054 (o) | 3,4 | 4,6 | 4,7 | 5,3 | 5,8 | 5,9 | 7,0 | 7,3 | 8,0 |
| Frijol relevo Regional intercalado con café (60 DDSM) | 3,4 | 4,8 | 5,0 | 5,7 | 6,2 | 6,4 | 7,5 | 7,6 | 8,3 |
| Frijol relevo Regional intercalado con café (90 DDSM) | 3,7 | 5,4 | 5,0 | 5,6 | 6,1 | 6,3 | 7,4 | 7,6 | 8,4 |
| Frijol relevo Regional intercalado con café (120 DDSM) | 3,6 | 4,7 | 4,7 | 5,6 | 6,0 | 6,2 | 7,3 | 7,5 | 8,2 |
| Regional (o) | 3,4 | 4,8 | 4,8 | 5,5 | 6,1 | 6,4 | 7,4 | 7,5 | 8,3 |
| Frijol tutor artificial (60 DDSM) | 3,1 | 4,7 | 5,0 | 5,5 | 5,8 | 5,9 | 7,0 | 7,2 | 7,8 |
| Frijol tutor artificial (90 DDSM) | 3,1 | 4,3 | 4,3 | 5,0 | 5,6 | 5,9 | 7,0 | 7,3 | 8,0 |
| Frijol tutor artificial (120 DDSM) | 3,0 | 4,5 | 4,4 | 5,1 | 5,9 | 6,0 | 7,1 | 7,5 | 8,2 |
| Café (o) | 2,8 | 4,3 | 4,1 | 5,0 | 5,9 | 5,9 | 7,0 | 7,1 | 7,9 |

la disminución de carbohidratos y el aumento del contenido de agua.

Al considerar que el número de nudos es un componente importante en la producción de café, debido a que en ellos se desarrollan las inflorescencias y ocurre la posterior formación y llenado de granos, este resultado es importante porque describe el buen desempeño de la planta de café en condiciones de arreglos interespecíficos, en este caso con maíz y frijol; y se complementa con lo que exponen Blanco *et al.* (1), al afirmar que el número de

nudos es una variable de mucha importancia, puesto que la rama fructifica, además que el crecimiento y producción de nudos es constante y sólo se detiene para dar lugar a la formación y nutrición de los frutos.

LITERATURA CITADA

1. BLANCO, M.; HAGGAR, J.; MORAGA, P.; MADRIZ, J.; PABÓN, G. Morfología del café (*Coffea arabica* L.), en lotes comerciales. *Agronomía Mesoamericana* 14(1): 97-103.2003.

Tabla 7. Promedio del número de nudos por rama de café, en cada uno de los arreglos estudiados.

| Arreglos | Media de nudos |
|---|----------------|
| Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 DDSM) | 9,1 a |
| ICA V-305 (o) | 9,0 ab |
| Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (90 DDSM) | 9,0 ab |
| Regional (o) | 9,0 ab |
| Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (120 DDSM) | 8,9 ab |
| FNC-3054 (o) | 8,7 ab |
| Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (90 DDSM) | 8,5 ab |
| Café (o) | 8,4 ab |
| Fríjol tutor artificial (90 DDSM) | 8,4 ab |
| Fríjol tutor artificial (60 DDSM) | 8,4 ab |
| Fríjol relevo Regional intercalado con café (60 DDSM) | 8,4 ab |
| Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (60 DDSM) | 8,4 ab |
| Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (120 DDSM) | 8,2 ab |
| Fríjol relevo Regional intercalado con café (90 DDSM) | 8,2 ab |
| Fríjol relevo Regional intercalado con café (120 DDSM) | 7,9 ab |
| Fríjol tutor artificial (120 DDSM) | 7,8 b |
| Media general | 8,51 |

Promedios con letras distintas indican diferencia estadística según la prueba de Tukey al 5%.

2. CASTAÑO, C. Anotaciones sobre el relevo frijol - maíz en la zona cafetera. Leguminosas. Medellín, FENALCE, 2004. 10 p.
3. CASTAÑO, C.; OSPINA, J.; PELUHA, C.; ECHAVARRÍA, D.; GUZMÁN, G. Informe final del proyecto capacitación en producción de frijol con tecnologías más limpias. Urrao, Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas - FENALCE, 2003. 108 p.
4. DAVIS, J.H.C.; SMITHSON, J.B. Principles of intercropping with beans. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, 1986. 40 p.
5. DUEÑAS, G.; MUÑOZ, O.; SÁNCHEZ, T.; GÓMEZ, L.; ÁLVAREZ, H. Reciclaje de nitrógeno en una sucesión frijol-maíz-frijol en suelo ferralítico usando el Método Isotópico. Terra Latinoamericana 20 (1): 45-50. 2002.
6. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA – FNC. BOGOTÁ. COLOMBIA; COMITÉ DE CAFETEROS DEL QUINDÍO. ARMENIA. COLOMBIA. Café. Armenia, Comité de Cafeteros del Quindío, 2001. 227 p.
7. GARRIZ, P.I.; VICUÑA S., R. Variaciones anuales en el crecimiento vegetativo y la arquitectura del canopeo de (*Coffea arabica* L.) cv. Caturra Rojo. Agronomía Tropical 36 (4-6):77-88. 1986.
8. LIEBMAN, M. Sistemas de policultivos. In: Altieri, M.A. Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable, sistemas alternativos de producción. Montevideo, Editorial Nordan-Comunidad, 1999. p. 191-202.
9. MARGATE, R.Z.; MARAVILLA, J.N.; EBUÑA, R.M.; EROY, M.N. Response of coconut and coffee to fertilizers applied on either or both crops in an intercropping system. Philippine Journal of Coconut Studies 18(2):1-6. 1993.
10. MORGADO, L.B.; WILLEY, R.W. Effects of plant population and nitrogen fertilizer on yield and efficiency of maize-bean intercropping. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 38(11):1257-1264. 2003.
11. PALM, C.A. Contribution of agroforestry trees to nutrient requirements of intercropped plants. Agroforestry Systems 30(1-2):105-124. 1995.
12. RÍOS B., M.J.; QUIROZ D., J.E. EL frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): cultivo, beneficio y variedades. Medellín, FENALCE, 2002. 193 p. (Publicación Técnica).
13. SÁNCHEZ T., M.H. Cultivo en callejones: sistema alternativo de producción sostenible en zona de ladera del oriente caldense. Corpoica Regional Nueve Creced Magdalena Medio Caldense. 1996. On line Internet. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/P-Sanchz.htm> (Consultado en marzo de 2006).
14. TORRES N., J.C.; ECHEVERRI L., M.J. Efecto del intercalamiento de la *Canavalia ensiformis* L. DC. sobre el desarrollo vegetativo y primera cosecha de cafetos de seis meses de edad, zocas y nuevas siembras. Cenicafé 39(3):63-81. 1988.
15. VALENCIA A., G. Manual de nutrición y fertilización del café. Quito, INPOFOS, 1998. 61 p.