

**ESTUDIO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN FRÍJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)  
RELEVO MAÍZ (*Zea mayz* L.) INTERCALADO EN ZOCAS DE CAFÉ ( *Coffea  
arabica* L.)**

**DAYHAN GRANADA DIAZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
PROGRAMA INGENIERÍA AGRONÓMICA  
SAN JUAN DE PASTO - COLOMBIA  
2006**

**ESTUDIO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN FRÍJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)  
RELEVO MAÍZ (*Zea mayz* L.) INTERCALADO EN ZOCAS DE CAFÉ ( *Coffea  
arabica* L.)**

**DAYHAN GRANADA DIAZ**

**Trabajo de grado Presentado como requisito parcial para optar al título de  
Ingeniera Agrónoma**

**PRESIDENTE**

**ARGEMIRO MIGUEL MORENO BERROCAL. I.A., M. Sc.  
Investigador científico II, Disciplina Fitotecnia, Cenicafé.**

**COPRESIDENTE**

**JAVIER GARCÍA ALZATE. I.A. M.Sc.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
PROGRAMA INGENIERÍA AGRONÓMICA  
SAN JUAN DE PASTO -COLOMBIA**

**2006**

**“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son  
responsabilidad exclusiva de los autores”**

**Artículo 1ro del acuerdo No 324 del 11 de Octubre de 1966, emanado del  
honorable consejo directivo de la Universidad de Nariño.**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

**Presidente de Tesis**

---

**Delegado Asesor**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**San Juan de Pasto, Octubre de 2006**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad de Nariño, en especial a la Facultad de Ciencias Agrícolas por el escenario brindado para mi formación integral.

Al Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé; por el financiamiento de este proyecto, por el respaldo institucional y por la formación ofrecida.

A Argemiro Miguel Moreno Berrocal, M.Sc. por haberme brindado la oportunidad de vincularme a este Centro de Investigación, por su apoyo, su asesoría y su amistad.

A Jaime Arcila Pulgarín, Ph.D. por su ayuda, sus valiosos aportes, y su compromiso con esta investigación.

En general a la disciplina de Fitotecnia por su apoyo y porque de alguna manera aportaron su grano de arena para la realización de este trabajo.

A Javier García Alzate, M.Sc. por su apoyo incondicional, sus consejos, sus conocimientos durante la carrera y su amistad.

A Esther Cecilia Montoya, M.Sc. por su asesoría estadística.

A Jhon Wilson Mejía, M.Sc. por su colaboración y su amistad.

Al personal de la Subestación Experimental El Rosario, en Venecia, Antioquía por su colaboración.

**DEDICO A:**

Mis padres: Celso Granada y Nancy Díaz, por su apoyo, por enseñarme a luchar, por su gran corazón y capacidad de entrega, pero sobre todo por enseñarme a ser responsable.

Mi hermana: Indira Granada, por su amor y su apoyo.

Luis Eduardo Isaza por su apoyo incondicional y su compañía en los buenos y malos momentos.

Dayhan Granada Díaz

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE</b> .....	<b>18</b>
2.1 ARREGLOS INTERESPECÍFICOS.....	18
2.1.1 Cultivos de relevo .....	22
2.2 CULTIVOS INTERCALADOS CON CAFÉ .....	23
2.2.1 Fríjol.....	24
2.2.2 Maíz .....	27
2.3 ARREGLO FRÍJOL RELEVO MAÍZ .....	30
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>32</b>
3.1 LOCALIZACIÓN .....	32
3.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DEL LOTE EXPERIMENTAL ....	32
3.3 CULTIVARES .....	33
3.3.1 Café .....	33
3.3.2 Fríjol.....	33
3.3.3. Maíz.....	34
3.4. METODOLOGÍA.....	35
3.4.1 Descripción de tratamientos .....	35
3.4.2 Parcela experimental .....	37
3.4.3 Parcela efectiva.....	37
3.4.4 Diseño experimental .....	38
3.4.5 Aplicación y manejo de los tratamientos.....	40
3.4.6 Variables a evaluar .....	42
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	44
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>45</b>
4.1 MAÍZ.....	45
4.2 PRODUCCIÓN Y COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE FRÍJOL .....	53
4.2.1 Granos por vaina .....	53
4.2.2 Vainas por planta .....	55
4.2.3 Peso de 100 granos.....	56
4.2.4 Rendimiento (kg/ha).....	56
4.3 CAFÉ.....	60
4.3.1 Longitud de los brotes (cm) .....	60
4.3.2 Número de cruces .....	61
4.3.3 Distancia entre nudos (cm).....	63
4.3.4 Número de nudos .....	63
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>66</b>

**RECOMENDACIONES.....67**  
**BIBLIOGRAFÍA .....68**  
**ANEXOS.....73**



## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Principales departamentos productores de frijol en Colombia durante el 2004. ....	<b>25</b>
<b>Tabla 2.</b> Área y producción de maíz amarillo y blanco, de forma tradicional y tecnificada. 1999, 2004. ....	<b>29</b>
<b>Tabla 3.</b> Área sembrada y producción de maíz amarillo tecnificado por departamento, 2004. ....	<b>29</b>
<b>Tabla 4.</b> Resultado del análisis de suelo de las muestras tomadas en el lote donde se estableció el experimento, previo al inicio del mismo.....	<b>32</b>
<b>Tabla 5.</b> Características agronómicas de los cultivares evaluados de maíz .....	<b>34</b>
<b>Tabla 6.</b> Descripción de los tratamientos por cultivar, sistema de siembra y siembra del frijol.....	<b>37</b>
<b>Tabla 7.</b> Fecha de siembra de los tres cultivares de maíz y del frijol cargamanto conforme al arreglo cronológico establecido.....	<b>41</b>
<b>Tabla 8.</b> Rendimiento medio de los cultivares de maíz híbrido FNC-3054, variedad ICAV-305 y Regional expresada en kg/ha al 15% de humedad . ....	<b>45</b>
<b>Tabla 9.</b> Producción media de maíz (kg/ha) al 15% de humedad de acuerdo a la fecha relativa de la siembra del frijol.....	<b>48</b>
<b>Tabla 10.</b> Diferencias entre medias para la variable kilogramos de maíz producido en los tratamientos con la variedad ICA V –305 en unicultivo.....	<b>49</b>
<b>Tabla 11.</b> Diferencias entre medias para la variable kg/ha de maíz producido en algunos arreglos respecto al Híbrido FNC–3054 en unicultivo.....	<b>50</b>
<b>Tabla 12.</b> Diferencias entre medias para la variable kg/ha de maíz producido en algunos arreglos respecto al Regional en unicultivo.....	<b>51</b>
<b>Tabla 13.</b> Rendimiento medio de maíz en grano seco (kg/ha) ajustado al 15% de humedad en cada uno de los arreglos. Subestación experimental El Rosario, Venecia, Antioquía, 2005.....	<b>52</b>

<b>Tabla 14.</b>	Valores medios del número de granos/vaina, vainas/planta, peso de 100 granos y rendimiento para cada tipo de tutor del Frijol.....	<b>54</b>
<b>Tabla 15.</b>	Efecto de la fecha relativa de siembra del frijol (ddsm), granos/vaina, vainas/planta, peso de 100 granos y rendimiento (kg/ha).....	<b>54</b>
<b>Tabla 16.</b>	Rendimiento medio del frijol expresado en kg/ha en función de los tutores.....	<b>56</b>
<b>Tabla 17.</b>	Costos de tutorado para frijol voluble. 2004..	<b>57</b>
<b>Tabla 18.</b>	Rendimiento medio de frijol expresado en kg/ha para todos los arreglos y fechas relativas de siembra.....	<b>58</b>
<b>Tabla 19.</b>	Media del número de nudos de las ramas bajas de café de acuerdo al arreglo sembrado para todos los meses. ....	<b>64</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Consumo de fríjol en las ciudades colombianas. ....	<b>266</b>
<b>Figura 2.</b> Lote experimental con variedad Colombia, edad 5 años.....	<b>33</b>
<b>Figura 3.</b> Sistema de tutorado artificial para fríjol cargamanto.....	<b>36</b>
<b>Figura 4.</b> Detalles de la parcela experimental donde los asteriscos representan los sitios con café, los puntos a los sitios con maíz o maíz con fríjol y el área sombreada comprende los sitios de la parcela efectiva.....	<b>38</b>
<b>Figura 5.</b> Esquema de una repetición con las dieciséis parcelas donde los puntos verdes representan los sitios de café y los negros a los de maíz y fríjol. ....	<b>39</b>
<b>Figura 6.</b> Aplicación y manejo de tratamientos, siembra de maíz y fríjol.....	<b>43</b>
<b>Figura 7.</b> Equipo para determinar la humedad de granos de la empresa Dickey-John. ....	<b>44</b>
<b>Figura 8.</b> Comportamiento del maíz híbrido FNC-3054 como tutor del fríjol Cargamanto.....	<b>46</b>
<b>Figura 9.</b> Interacción del rendimiento (kg/ha) y la fecha relativa de siembra de los cultivares de maíz.....	<b>47</b>
<b>Figura 10.</b> Producción media de maíz expresada en kg/ha para todos los arreglos interespecíficos y fechas relativas de siembra del fríjol. ....	<b>52</b>
<b>Figura 11.</b> Precipitación diaria (mm) durante los meses de Julio y Agosto del 2005. ....	<b>55</b>
<b>Figura 12.</b> Producción media de fríjol expresada en kg/ha para todos los arreglos y fechas relativas de siembra.....	<b>59</b>

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo A.</b> Longitud media de brotes del café por arreglo para cada uno de los meses en estudio.....	<b>74</b>
<b>Anexo B.</b> Número de cruces medio de café de acuerdo al arreglo sembrado para cada mes.....	<b>75</b>
<b>Anexo C.</b> Distancia media entre nudos de café de acuerdo al arreglo para cada uno de los meses.....	<b>76</b>
<b>Anexo D.</b> Matriz de comparaciones de la altura de la planta de café para los arreglos y los testigos en los meses donde se observaron diferencias.	<b>77</b>
<b>Anexo E.</b> Matriz de comparaciones del número de cruces de café para los arreglos y los testigos en los meses donde se observaron diferencias.	<b>78</b>
<b>Anexo F.</b> Matriz de comparaciones de la distancia entre nudos de café para los arreglos y los testigos en los meses donde se observaron diferencias.	<b>79</b>
<b>Anexo G.</b> Matriz de comparaciones del número de nudos de café para los arreglos y los testigos en donde se observaron diferencias. ....	<b>80</b>
<b>Anexo H.</b> Cuadros medios para las variables, Vainas/Planta, Granos/Vaina, Peso de 100 granos y Rendimiento (kg/ha), del análisis de varianza de frijol.....	<b>81</b>
<b>Anexo I.</b> Cuadros medios para la variable, Rendimiento (kg/ha), del análisis de varianza de maíz.....	<b>81</b>
<b>Anexo J.</b> Cuadros medios para las variables, Altura de brotes, Número de cruces y Distancia entre nudos, del análisis de varianza de café.....	<b>82</b>

## RESUMEN

El sistema de producción frijol en relevo con maíz, lo usan agricultores que en general practican agricultura de subsistencia y la mayoría de las veces siembran cultivares tradicionales o regionales de maíz y frijol voluble sembrado a los 120 días después de la siembra del maíz; tanto en sistema individual como intercalado con café con tutorado artificial. En consecuencia, estudiar este sistema con cultivares de maíz mejorados e intercalado con café se consideró importante para ofrecer opciones tecnológicas a los caficultores a fin de que ellos puedan aumentar la producción simultánea de maíz y frijol y al mismo tiempo bajar sus costos de producción, generar empleo y obtener ingresos adicionales, sin afectar la producción de café.

La metodología consistió en sembrar con manejo agronómico independiente, tres cultivares de maíz (híbrido FNC-3054, variedad ICA V-305 y maíz regional) y frijol de crecimiento indeterminado tipo cargamento rojo en relevo con maíz, para determinar si este arreglo interespecífico intercalado en zocas de café afectaba su crecimiento durante el primer año y determinar si los cultivares regionales de maíz como tutor para el frijol se podían sustituir por cultivares mejorados y al mismo tiempo reemplazar los tutores artificiales por estos cultivares determinando la fecha relativa de siembra del frijol más adecuada. En consecuencia, se evaluaron 16 tratamientos en arreglo factorial 4x3+4; donde los factores fueron sistema de tutorado; con cultivares de maíz (híbrido FNC-3054, variedad ICA V-305 y maíz regional) y tutor artificial; fechas relativas de siembra del frijol (60, 90 y 120 días después de la siembra del maíz), cuatro testigos (café solo, FNC-3054 solo, ICA V-305 solo y maíz regional solo). Con el tutor artificial se usaron las mismas fechas relativas de siembra del frijol. Diseño experimental, bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

El análisis de varianza mostró que el crecimiento del café (longitud de tallos, número de cruces, distancia entre nudos y número de nudos) durante el primer año no se afectó por el intercalamiento del arreglo interespecífico frijol relevo maíz. Además se encontró que el maíz regional (5.149 kg/ha) y la variedad ICA V-305 (4.746 kg/ha) rindieron significativamente menos que el híbrido FNC-3054 (7.081 kg/ha); por tanto, los materiales de maíz mejorados pueden cumplir la función de tutor, para sustituir el tutorado artificial que es costoso y al tener menor altura de plantas que el maíz regional se puede evitar el problema de volcamiento de plantas. La producción media de frijol con tutor de maíz fue de 941 kg/ha conforme a la media nacional de 900 kg/ha consignado en la literatura y se determinó que la época apropiada para sembrar el frijol puede ser a los 90 ó 120 días después de la siembra del maíz.

**Palabras clave:** Cultivos intercalados, relevo, café , frijol , maíz.

## **ABSTRAC**

The bean production system in relevance to maize, is used by farmers who, in general, practice subsistence agriculture. They normally grow traditional or native maize crops and voluble beans planted 120 days after the planting of maize, individually or between every other maize plant. As a consequence, the study of this system of planting coffee alone or coffee with improved (treated?) maize was considered important to offer technological options to coffee growers, so that they could improve production of both maize and bean. At the same time they could reduce production costs, employ more people, and generate more profits, without affecting the coffee production.

The methodology consisted of planting with independent agronomic handling, three maize crops (hibrid FNC-3054, variety ICA V-305 and native maize), and bean of undetermined growth rate, cargamanto type, in replacement of maize, to determine if this interspecific set up of every other plant would affect crop growth the first year and to determine if the native maize crops, as protector of the beans, could be substituted for improved crops and at the same time replace the artificial protectors for these crops, determining the most effective relative date of planting.

At the end, 16 treatments were done in Factorial 4X3+4, in which the factors were system of protectors with maize crops, (hibrid FNC-3054, variety ICA V-305 and native maize) and artificial protector, relative dates of planting for beans (60, 90, and 120 days after planting of maize), four treatments (coffee alone, FNC-3054 alone, ICA V-305 alone, and native maize alone). With the artificial protector, the same relative dates of planting were used for bean planting. Experimental design, factors at random with four repetitions.

The variance analysis showed that the rate of growth (length of steams, number of crosses, number and distance between nods) during the first year was not affected by the interchange of the interspecific arrangement, bean space maize. In another it was found that the native maize (5.149 kg/ha) and the variety ICA V-305 (4.746 kg/ha) were significantly less efficient that the hibrid FNC-3054 (7.081 kg/ha) and so, the improved maize could function as protectors, to substitute the artificial protector, which is expensive, and because is not as tall as the maize plant, the problem of plants collapsing can be avoided.

The median production of bean with maize as protector was of 941 kg/ha, just as the national median production of 900 kg/ha found in the literature and it was determined that the appropriate season to plant bean could be at 90 or 120 days after the planting of the maize.

## INTRODUCCIÓN

La explotación continua del suelo con monocultivos, determina que ésta no sea una actividad sostenible. Para el caso de la zona cafetera colombiana, los cultivos transitorios intercalados en los lotes de café renovados mediante siembra nueva o zoqueo, se han considerado como una estrategia de producción sostenible, para la seguridad alimentaria, diversificar la producción, bajar los costos de producción del café, generar empleo e ingresos adicionales a los caficultores. El sistema de producción descrito consistiría en el aprovechamiento del espacio de las calles mientras avanza el crecimiento vegetativo del café, y las buenas condiciones del microclima, con el intercalamiento de cultivos transitorios o semiperennes en arreglos espaciales y cronológicos que no afecten la producción de café, y con un manejo agronómico independiente conforme a las necesidades de cada cultivo.<sup>1, 2</sup>.

En el caso particular de la caficultura colombiana, la diversificación puede constituirse en una fuente de ingreso importante, pues es una actividad complementaria que permitirá mejorar la calidad de vida de los caficultores desde el punto de vista socioeconómico, pero la misma no debe llevar consigo la eliminación del café si no que debe fortalecerse hasta donde sea posible; sin perder de vista que debe ser sostenible.

La experiencia que se ha tenido con maíz intercalado con café, aparte de generar empleo e ingresos a los caficultores, ha permitido posicionar la zona cafetera como el segundo productor de maíz en Colombia, con una contribución del 14%; con producto de alta calidad y costos de producción competitivos en un 10% del área nacional<sup>3</sup>.

De otra parte, el frijol es un producto de alto consumo en la zona cafetera por su gran valor alimenticio, pues contiene entre 20 % y 25 % de proteínas y 1.6 % de lípidos, entre sus principales componentes en el grano.

Estos intercalamientos se han practicado tradicionalmente con tecnologías ideadas por los agricultores de acuerdo con sus necesidades, disponibilidad y uso de tierra,

---

<sup>1</sup> FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA – FNC. BOGOTÁ. COLOMBIA.; COMITÉ DE CAFETEROS DEL QUINDÍO. ARMENIA. COLOMBIA. Café. Armenia (Colombia), comité de cafeteros del Quindío, 2001. P 91.

<sup>2</sup> DAVIS J., H.C.; SMITHSON, J. B.; Principles of Intercropping with Beans. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. Cali (Colombia). 1986. P 5.

<sup>3</sup> GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA, SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Antioquía nueva, un lugar para la vida. Quinta plenaria de alcaldes, julio 15 del 2005.

con semilla regional y aplicando agroquímicos de forma inadecuada, y se caracterizan por presentar rendimientos bajos y una calidad del producto regular<sup>4</sup>.

El 65 % de la producción nacional de frijol proviene de las variedades volubles o de enredadera y el 35 % corresponden a las variedades arbustivas. El frijol se cultiva en todo el territorio nacional, figurando como principales productores, los departamentos de Antioquía, Nariño, Huila y Santander, que aportan el 85% de la producción nacional, en donde uno de los sistemas de producción usado de forma preferible por pequeños agricultores es el de relevo con maíz, tanto solo como intercalado con café<sup>5</sup>.

Colombia no es autosuficiente en la producción de frijol, lo cual hace que la actividad productiva se oriente a abastecer la demanda insatisfecha y a sustituir las importaciones. Por tanto, Colombia importa alrededor de 20 mil toneladas anuales de frijol y exporta 4.832 toneladas de frijol cargamento para la comunidad Latina de EEUU, con alto potencial de demanda<sup>6</sup>.

En Antioquía se estima que 20.500 productores están dedicados a la producción de frijol y se siembran anualmente 22.263 hectáreas, con una producción de 27.796 toneladas (21% de la producción nacional)<sup>7</sup>.

Los arreglos interespecíficos de cultivos son estrategias y oportunidades para lograr sistemas sostenibles de producción, con menos uso de insumos en el control de plagas, enfermedades y de arvenses nocivas, al aprovechar las ventajas que brinda la biodiversidad, el manejo agroecológico de suelos y el aprovechamiento de los residuos de cosecha mediante el reciclaje de sus nutrimentos<sup>8</sup>.

Para la implementación de un programa de diversificación se hace indispensable conocer el comportamiento de las especies y la interacción entre ellas, y el efecto de la competencia en el desarrollo y en la producción de las mismas. Por tal motivo se consideró importante adelantar este trabajo para crear unas alternativas a fin de que los caficultores puedan mantener un equilibrio en el sistema y un buen desarrollo del café en su etapa de establecimiento.

---

<sup>4</sup> RIOS, G.; GALLEGU, J.; PEREIRA, O.; Sistema frijol arbustivo intercalado con café. Ministerio de Agricultura. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. CORPOICA, Regional – 9. Sistemas de producción de frijol en zonas de influencia cafetera. Manizales (Colombia), 1994. P 5.

<sup>5</sup> RIOS B., M.J.; QUIROZ D., J. E. El frijol (*Phaseolus vulgaris*. L): cultivo, beneficio y variedades. Publicación Técnica. Medellín (Colombia), FENALCE, 2002. p 16.

<sup>6</sup> GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA, SECRETARIA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Op. Cit, P. 22.

<sup>7</sup> Ibid., p. 22.

<sup>8</sup> HARPER, J.L. Population Biology of Plants. London (England), Academic Press, 1977. p 152



De otra parte, los caficultores que producen maíz y frijol mediante el sistema frijol en relevo con maíz, ya sea solo o intercalado con café, contarán con opciones tecnológicas que les permitirá diversificar la producción, los ingresos, la seguridad alimentaria y producir café de forma sostenible y rentable.

Con base en lo anterior, se consideró interesante investigar el sistema de producción frijol en relevo con maíz intercalado con café, a fin de mejorar su tecnología de producción. Además, se contribuye a la seguridad alimentaria, generar empleo e ingresos adicionales con el cultivo de frijol, lo cual permite incentivar la siembra de esta leguminosa en la zona cafetera, ya que anualmente en Colombia se siembran cerca de 130.000 hectáreas, de las cuales 7.000 ha son de la zona cafetera pero sin que su producción alcance a abastecer la demanda, pues el consumo per cápita año en las familias rurales es de 4 kg<sup>9, 10</sup>.

De otra parte, en los últimos años la siembra del frijol cargamanto en la zona cafetera marginal alta (de clima frío moderado) es muy atractiva para los caficultores de esas zonas porque lo pueden intercalar en las zocas de café como una forma de diversificar sus ingresos mientras obtienen la primera cosecha de café. Aparte de esto el mercadeo del producto es muy fácil y rentable.

Para el desarrollo de este trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

Estudiar las ventajas agroeconómicas de los sistemas de producción de café intercalado con otros cultivos.

Evaluar el arreglo interespecífico frijol relevo maíz intercalado en zocas de café sobre el crecimiento del café durante el primer año.

Determinar si los cultivares regionales de maíz como tutor para el frijol de crecimiento indeterminado, se pueden sustituir por cultivares mejorados.

---

<sup>9</sup> CASTAÑO, C.; OSPINA, J.; PELUHA, C.; ECHAVARRIA, D.; GUZMAN, G. Informe final del proyecto capacitación en producción de frijol con tecnologías más limpias. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas. FENALCE. Urao (Colombia), 2003. p 108.

<sup>10</sup> URIBE, C. El frijol, nutritivo, sano, barato, y sabroso. Artículo PROFESOR YARUMO. 2005.

## 2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

### 2.1 ARREGLOS INTERESPECÍFICOS

Son la combinación o secuencia de dos o más cultivos en el espacio y en el tiempo, constituyen una práctica agronómica, cuya racionalidad permite una forma mejor de usar el suelo cuando éste se convierte en un recurso limitativo de la producción. Estos sistemas han permitido en muchos casos, lograr y mantener una economía de subsistencia familiar ya que permiten manejar una alta diversidad de especies en el espacio y en el tiempo, en cualquiera de sus diferentes posibilidades, propiciando nivel es importantes de estabilidad biológica y socioeconómica <sup>11</sup>.

Ventajas de los arreglos interespecíficos:

- Los rendimientos totales de dos o mas especies, con frecuencia son altos con relación a los cultivos solos, aun cuando los rendimientos de los cultivos individuales sean bajos.
- Mayor eficiencia en la utilización de los factores de crecimiento ( luz, agua, y nutrimentos), cuando se cultivan especies que difieren en altura, arquitectura y exigencias nutricionales.
- Disponibilidad de alimentos durante mas tiempo.
- Proporcionan suficiente cubrimiento, de tal manera que se disminuye la erosión y se conserva mejor la humedad del suelo. Bajando las poblaciones de malezas, reduciendo costos de control.
- En los arreglos gramínea-leguminosa, el nitrógeno que fija la leguminosa puede estar disponible para la gramínea, mejorando así el contenido nutritivo del asocio.

---

<sup>11</sup> VANDERMEER, J. The ecology of intercropping. Cambridge (Inglaterra), Cambridge University press, 1989. p 15.

El uso de maquinaria para la siembra, cosecha y demás se dificulta. Por lo tanto Posibilita el uso eficiente de la mano de obra. En general para los agricultores propietarios de áreas pequeñas que no poseen para sus labores ningún tipo de mecanización estas practicas son las mas recomendadas <sup>12</sup>.

- El mantenimiento de los recursos genéticos.
- Una dieta mejor balanceada.
- Mayores alternativas de disponer de diferentes productos para el mercado.
- Menor dependencia externa de insumos para mantener sus producciones <sup>13</sup>.

Una de las principales razones para utilizar los arreglos interespecíficos, es la ventaja de poder producir más por unidad de superficie agrícola respecto de un área equivalente en unicultivo, que se puede medir con el índice equivalente de terreno (IET) o uso equivalente de terreno (UET), el cual se obtiene al sumar las producciones relativas de cada componente específico respecto de su producción en unicultivo <sup>14</sup>, de tal suerte que aquellos sistemas con valores de IET superiores a 1.0 serán atractivos para los productores. Determinando la eficiencia biológica de los sistemas de acuerdo a: la comparación entre la asociación y el unicultivo (criterio de máxima producción), comparación de un sistema con otro (criterio de menor área), comparación entre prácticas agronómicas y valoración de la competencia entre cultivos.

El IET, aparte de medir la eficiencia de los arreglos interespecíficos, también demuestra que las plantas pueden interferir entre sí; de manera positiva estimulando la velocidad de crecimiento, aumentando el tamaño y la calidad de los frutos, reduciendo la presencia de plagas y la incidencia de enfermedades y de forma negativa con la interferencia, la cual puede expresarse como alelopatía o competencia <sup>15</sup>.

---

<sup>12</sup> MORENO B., A. M. Estudio de la asociación entre Maíz (*Zea maíz* L), Ñame (*Discorea alata* L.) y Yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Bogotá (Colombia), Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Tesis M. Sc. 1988. p 5-6.

<sup>13</sup> VANDERMEER, J. Op. Cit, P. 15.

<sup>14</sup> CAPITULO VII.Prácticas fitotécnicas y complementarias de bajos insumos.  
[http://www.geocities.com/arsocorro/agricola/capituloVII\\_practicas.htm](http://www.geocities.com/arsocorro/agricola/capituloVII_practicas.htm)

<sup>15</sup>[http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-8802200000100006&lng=es&nrm=iso>.%20ISSN%200304-8802](http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-8802200000100006&lng=es&nrm=iso>.%20ISSN%200304-8802).

La competencia puede definirse como una interacción entre individuos, provocada por la demanda común de un recurso limitado, como luz, agua o nutrientes, que conduce a la reducción del potencial productivo de los individuos. Gran parte del éxito competitivo de una especie depende del total de recursos que ella pueda capturar en las primeras etapas de su crecimiento. La maximización de una temprana captura de recursos por parte del cultivo no sólo depende del número de plantas sino del arreglo espacial y cronológico de las mismas <sup>16</sup>.

En cuanto a las interacciones entre las plantas que intervienen en un policultivo <sup>17</sup>, se afirma que una planta puede influir en otras que están junto a ella al modificar su medio ambiente; al afectar las condiciones de temperatura, la insolación sobre la superficie del suelo y el movimiento del viento.

Existen muchas interacciones e influencias de los policultivos sobre los recursos productivos. Si en el sistema agrícola los recursos necesarios para mantener el desarrollo y rendimiento de los cultivos son limitados, entonces la producción puede decaer, haciendo que una especie del sistema pueda captar los recursos necesarios de una mejor manera o en un período más corto respecto a las otras; generando el fenómeno de la competencia, dando como resultado la depresión del rendimiento de una de las especies <sup>18</sup>.

Los agricultores a menudo trabajan en arreglos interespecíficos aprovechando mejor la tierra, mejorando la productividad de sus sistemas agrícolas, aumentando la diversidad de la vegetación mediante el uso de arreglos interespecíficos que ofrece a los agricultores opciones potencialmente útiles para disminuir la dependencia de insumos externos, reducir al mínimo la exposición a los productos agroquímicos, aminorar el riesgo económico, la vulnerabilidad nutricional y proteger los recursos naturales para una explotación agrícola sostenible <sup>19</sup>.

Los policultivos son efectivos para controlar las plagas y enfermedades; Andow (1991) descubrió que el 52% de las especies de plagas estudiadas eran menos abundantes en los policultivos, el 13% no mostraba diferencias, el 15% era más abundante y el 20% mostraba una respuesta variable. Además afirma que el 53% de las especies de depredadores y parasitoides, que actúan como enemigos naturales de las plagas de insectos, eran más numerosas en policultivos que en unicultivos <sup>20</sup>.

---

<sup>16</sup> Asociación de Cultivos. [http://www.urueco.org.uy/menu/manejo\\_agro/asoc\\_de\\_cultivos.htm](http://www.urueco.org.uy/menu/manejo_agro/asoc_de_cultivos.htm)

<sup>17</sup> HARPER, J.L. Op. Cit, P. 153.

<sup>18</sup> Ibid., p. 155.

<sup>19</sup> LIEBMAN, M.; Sistemas de policultivos. Extraído de Agroecología: Bases Científicas para una Agricultura Sustentable, sistemas alternativos de producción, Miguel Altieri, Capítulo 9, Montevideo, septiembre 1999. p 195.

<sup>20</sup> Ibid., p. 190.

La menor cantidad de insectos plagas en los policultivos se explica por dos hipótesis:

- La mayor existencia de los enemigos naturales.
- La concentración de recursos, referida a que cuando las plagas tienen un limitado número de huéspedes, tienen mayores dificultades para permanecer en cultivos pequeños y dispersos (policultivo) en comparación a cultivos grandes y densos (unicultivo)<sup>21</sup>.

La mayor presencia de enemigos naturales, se atribuye a un incremento en la variedad y cantidad de fuentes disponibles de alimentos, mayor variedad de presas y hospederos que existen en los diferentes hábitat del policultivo<sup>22</sup>.

En el caso de las enfermedades se presenta dos situaciones: pueden ser mayores o menores para policultivos y unicultivos o ser menores. Los aspectos de los policultivos que pueden ser importantes para mejorar la sanidad de las plantas son<sup>23</sup>:

- Las plantas de especies susceptibles se pueden cultivar con una menor densidad en policultivos que en unicultivos, ocupando el espacio entre ellas con especies de plantas resistentes. Esta menor densidad de las plantas susceptibles puede aminorar la propagación de enfermedades al disminuir la cantidad de tejido infectado, que posteriormente sirve como una nueva fuente de inoculación.
- Las plantas resistentes diseminadas entre plantas susceptibles, pueden interceptar la diseminación del inóculo por el viento o el agua e impedir que las plantas susceptibles se infecten.
- El microclima de los policultivos puede que sea menos favorable para el desarrollo de enfermedades. Se ha observado que varias enfermedades de la arveja han disminuido en su gravedad cuando las enredaderas están asociadas con cereales, que cuando permanecen enredadas en el suelo, mejorando la circulación del aire y reduciendo la humedad.

---

<sup>21</sup> Ibid., p.190.

<sup>22</sup> Ibid., p. 190.

<sup>23</sup> Ibid., p. 191.

En cuanto a las malezas su control es una de las labores agrícolas que más necesita del uso de mano de obra y de productos químicos. Comparados con los sistemas de siembra en monocultivos, los policultivos ofrecen muchas más opciones para mejorar el control de malezas con un menor uso de mano de obra, menos productos químicos y bajos costos. Con la implementación de cultivos de protección que no sólo sirven como un medio el control de malezas, sino que también ayudan a controlar la erosión debido a la mayor cobertura del suelo <sup>24</sup>.

La alelopatía, es otro tipo de interacción que puede presentarse en un policultivo; es decir, la capacidad que tiene una planta para producir sustancias químicas secundarias, afectando las plantas asociadas. Los cultivos que producen compuestos alelopáticos pueden tener efectos importantes en una asociación, o sobre otros cultivos sembrados después o sobre las malezas <sup>25</sup>.

Otro concepto importante en estos sistemas es el de **nicho ecológico**, el cual se define como el modo en que un organismo se relaciona con los factores bióticos y abióticos de su ambiente; e incluye las condiciones físicas, químicas y biológicas que una especie necesita para vivir y reproducirse en un ecosistema. La temperatura, la humedad, los nutrientes y la luz son algunos de los factores físicos y químicos que determinan el nicho ecológico de una especie <sup>26</sup>.

### 2.1.1 Cultivos de relevo

Consiste en sembrar dos o más cultivos en secuencia, de tal manera que el segundo cultivo se siembre antes de la cosecha del primero, ya sea para usarlo como tutor o cuando su competencia es mínima <sup>27</sup>. En el sistema frijol en relevo con maíz, se dan las dos situaciones expuestas. En este sistema se aprovecha la humedad residual para la siembra del segundo cultivo.

---

<sup>24</sup> Ibid., p. 192.

<sup>25</sup> Ibid., p. 249.

<sup>26</sup> <http://www.barrameda.com.ar/ecologia/ecosistem.htm>

<sup>27</sup> DAVIS J., H.C.; SMITHSON, J. B, Op.cit., p. 8.

## 2.2 CULTIVOS INTERCALADOS CON CAFÉ

Según Begazo (1984) citado por Contreras (1995), en Brasil sus investigaciones demostraron la factibilidad de intercalar cultivos en los cafetales, pero recomienda observar de forma cuidadosa algunos aspectos como: distancias entre surcos de café, cultivo a ser utilizado, prácticas culturales y fitosanitarias del café y del cultivo intercalado. Se debe evitar cultivos con sistemas radicales profundos, porte alto y ciclo prolongado, que puedan competir con el café por agua, luz, espacio y nutrimentos, además de impedir las prácticas normales del cultivo. De otra parte, se debe evitar aquellos cultivos cuyas plagas puedan atacar al cafeto o cuyas cosechas coincidan con las del café, a fin de no tener dificultades con la mano de obra<sup>28</sup>.

Debido a la implementación de unicultivos se ha ido perdiendo espacios productivos. Se hace necesario implementar proyectos que permitan aprovechar los terrenos al máximo cuando el café se establece o esta en zoca, la utilización de suelos en la primer etapa de zoca de café permite bajar costos en el mantenimiento del café con la siembra de cultivos como el frijol, otra ventaja de este sistema es que el frijol permite la fijación de sustancias nitrificantes al suelo<sup>29</sup>.

En el mundo, los agricultores han desarrollado sistemas de cultivos intercalados por la importancia socioeconómica de éstos, y la zona cafetera colombiana no ha sido ajena a este proceso, porque a través del tiempo ha sido un soporte fundamental para el sustento de las familias cafeteras con áreas pequeñas para explotar. El café tiene muchas ventajas en los sistemas de intercalamiento, entre otras la tolerancia a cierto grado de sombrío, sin que se afecte su crecimiento ni la producción<sup>30</sup>.

En Cenicafe, con la experimentación se ha demostrado que en nuevas siembras de café, se puede obtener sin afectar la producción de café dos cosechas de frijol arbustivo con 160.000 plantas por hectárea y producciones medias de 900 kilogramos por hectárea y por cosecha; dos cosechas de maíz, la primera con 45.000 plantas por hectárea, con una producción alrededor de 4.500 kilogramos de grano por hectárea y la segunda con 30.000 plantas por hectárea y una producción media de 3000 kilogramos por hectárea. En lotes de café renovados mediante el zoqueo, se puede intercalar 45 000 plantas/ha de maíz durante dos ciclos seguidos y hasta 160 000 plantas/ha de frijol durante tres ciclos seguidos<sup>31</sup>.

---

<sup>28</sup> CONTRERAS J., A. Frijol intercalado con café en crecimiento en teocelo,. In: SIMPOSIO sobre caficultura latinoamericana, 16. Managua (Nicaragua), 25-29 Octubre, 1993. Ponencias. Tegucigalpa (Honduras), CONCAFE - IICA, 1995. V. 2. p. v.

<sup>29</sup> CASTAÑEDA, F.; El cultivo del frijol, Diagnostico. <http://juce.galeon.com/ats/fcastaneda.htm>

<sup>30</sup> HARPER, J.L. Op.cit., p. 158.

<sup>31</sup> FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA – FNC, Op.cit., p. 91.

### 2.2.1 Fríjol

En cuanto a los sistemas de manejo, los sistemas más eficientes se basan en el uso de leguminosas, que es una forma de captar e incorporar nitrógeno y mantener la fertilidad orgánica del suelo con un menor costo. La cantidad de nitrógeno que puede fijar una especie de leguminosa es variable, dependiendo de la especie de planta, de la cepa de bacteria simbiótica y de las condiciones del suelo <sup>32</sup>.

El fríjol es la principal leguminosa que se produce en América Latina y es considerado como uno de los productos básicos de la economía campesina de pequeños y medianos productores, ubicados especialmente en la zona andina. Cerca del 90 % de la producción se obtiene de las zonas altas de Antioquía, Nariño, Cundinamarca, Santander, utilizando la asociación maíz - fríjol voluble y en menor escala con fríjol arbustivo <sup>33</sup>.

Se adapta bien a las condiciones de clima y de suelos existentes en la zona cafetera; donde se produce el 30% y se consume el 80% del total nacional. Además de aprovechar el terreno y de fijar nitrógeno de la atmósfera, este cultivo tienen un gran poder para movilizar el fósforo, permite bajar costos en la compra de abonos químicos, proporcionando ingresos y alimento al agricultor <sup>34</sup>.

Las labores requeridas en la producción del fríjol permiten mantener coberturas bajas de arvenses en los lotes de café, lo que indirectamente rebaja los costos de producción. Por otra parte, al establecerse una cobertura sobre el terreno se tiene una ventaja en la protección del suelo y mantener la humedad por más tiempo en épocas de sequía <sup>35</sup>.

En el caso del fríjol voluble como cultivo intercalado se citan como ventajas que estos materiales poseen un rendimiento mayor y más estable que los materiales arbustivos y toleran mejor las enfermedades del follaje, debido a la aireación del mismo, en razón de la altura que alcanzan. Poseen un ciclo más largo, lo cual le permite recuperarse mejor de los problemas fitosanitarios <sup>36</sup>.

---

<sup>32</sup> LIEBMAN, M.; Op.cit., p. 197.

<sup>33</sup> RIOS B., M.J.; QUIROS D., J.E , Op.cit., p. 13.

<sup>34</sup> CASTAÑEDA, F, Op.cit., p. 2.

<sup>35</sup> Ibid., p. 6.

<sup>36</sup> MARCANO, J.; PAREDES, F.; El cultivo de yuca asociado con maíz y fríjol: alternativa de producción para pequeños productores. Investigadores CIAE Yaracuy. Pastor Segovia: Técnico asociado a la investigación CIAE Yaracuy. <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fdivul.html>



En el 2002, se cultivaron en Colombia 108.074 ha de frijol con una producción media de 1.110 kg/ha, Antioquía produjo el 22.9%, seguidos por Santander, Huila y Nariño, Tabla 1. Colombia importa anualmente cerca del 30% del consumo nacional, la cual se hace de Ecuador, Estados Unidos de Norteamérica, Canadá y China<sup>37</sup>.

Según el hábito de crecimiento de las variedades, el 65 % de la producción nacional se siembra con variedades de frijol de tipo voluble y el 35 % con arbustivas<sup>38, 39</sup>.

**Tabla 1.** Principales departamentos productores de frijol en Colombia durante el 2004.

Departamento	Área sembrada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (kg/ha)
Antioquía	21.401	27.797	1.299
Santander	11.496	13.778	1.199
Huila	19.641	22.001	1.120
Nariño	10.299	8.037	0.780
<b>TOTAL</b>	<b>62.837</b>	<b>71.613</b>	<b>(media) 1.140</b>

Fuente: MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. COLOMBIA<sup>40</sup>.

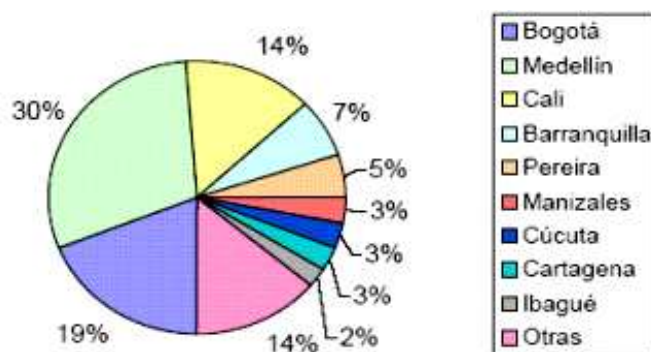
En Medellín se consume el 30% de la producción nacional de frijol, seguido de Bogotá con el 19%, en la cual la demanda se centra en las colonias paisas y en Cali el consumo es de 14%, entre las de mayor consumo y el resto en las demás ciudades, Figura 1.

<sup>37</sup> CORPORACION COLOMBIA INTERNACIONAL - CCI. BOGOTA. COLOMBIA. Frijol. Inteligencia de Mercados; Perfil de Producto (Colombia) No. 8. 2000. P 3.

<sup>38</sup> MORENO B., A.M.; POSADA S., H.E.; MESTRE M., A. Obtenga ingresos adicionales al intercalar frijol en siembras nuevas de café. Avances Técnicos Cenicafe (Colombia) No. 219. 1995. p 1.

<sup>39</sup> RIOS B., M.J.; QUIROS D., J.E , Op.cit., p. 16.

<sup>40</sup> MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. COLOMBIA<sup>40</sup>. Anuario Estadístico del Sector Agropecuario 2004, Bogotá, D. C., 281 p.



**Figura 1.** Consumo de frijol en las ciudades colombianas <sup>41</sup>.

El cultivo de frijol, aparte de ser una opción para intercalarlo con el café, su periodo vegetativo corto que permite obtener hasta dos cosechas antes de la primera cosecha de café en las siembras nuevas y hasta tres en las zocas, las labores requeridas en la producción de frijol permiten mantener coberturas bajas de arvenses, lo que indirectamente contribuye a bajar los costos de producción del café <sup>42</sup>.

Las principales variedades de frijol volubles que se cultivan en Colombia son: cargamanto rojo o blanco, ICA Viboral, Frijol Corpoica 106 y bola roja <sup>43</sup>.

**Frijol cargamanto:** Es un cultivar de crecimiento indeterminado trepador, tipo IV, presenta al mismo tiempo las etapas de floración, formación de vainas, llenado de las vainas y maduración, alcanza los dos metros de altura, su tallo principal, puede tener de 20 a 30 nudos. Este frijol requiere de soportes para crecer, para ello pueden usarse las ramas de los árboles y los tallos de otros cultivos o utilizar tutores muertos como postes de cercas. Es el más utilizado para sembrarlo asociado con maíz <sup>44, 45</sup>. Este frijol tiene un rendimiento de 3 a 4 veces más que el frijol arbustivo; resulta tolerante a algunos insectos especialmente a gusanos del tallo y a la sequía; su ciclo vegetativo es de 150 días con rendimiento entre 1500 y 2500 kg por hectárea en unicultivo y 900 kg por hectárea en relevo con maíz <sup>46, 47</sup>. En el municipio de Puerres (Nariño), el rendimiento promedio de frijol voluble fue de 3.300 kg/ha <sup>48</sup>.

<sup>41</sup> Ibid., p. 9.

<sup>42</sup> RIOS, G.; GALLEGU, J.; PEREIRA, O, Op. Cit, p 7.

<sup>43</sup> RIOS B., M.J.; QUIROS D., J.E, Op. Cit, P. 165.

<sup>44</sup> CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). Cultivation of Climbing Beans. Scientific Contact: Eliaineny Minja. 2003 [http://www.ciat.cgiar.org/africa/pdf/leaflet\\_climbing\\_beans.pdf](http://www.ciat.cgiar.org/africa/pdf/leaflet_climbing_beans.pdf)

<sup>45</sup> FEDERACIÓN NACIONAL DE CULTIVADORES DE CEREALES Y LEGUMINOSAS-FENALCE. <http://www.fenalce.org/seccion.php?pagact=pag37>

<sup>46</sup> RIOS B., M.J.; QUIROS D., J.E, Op. Cit, P. 165.

**ICA Viboral:** Adaptación a clima frío moderado, ciclo vegetativo de 140 a 150 días, producción media de 1600 kg por hectárea en unicultivo y de 521 kg por hectárea en asocio con maíz y en sistema de producción tradicional.

**Fríjol Corpoica 106:** Rango altitudinal de adaptación entre 1.800 y 2.500 m, ciclo vegetativo de 137 a 167 días, producción media de 1455 kg por hectárea en unicultivo o en relevo con maíz.

**Bola Roja:** Rango altitudinal de adaptación entre 1800 m y 2500 m, ciclo vegetativo de 210 días, rendimiento medio de 2000 a 2500 kg por hectárea en unicultivo y 700 kg por hectárea en asocio con maíz.

En el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), actualmente se trabaja en el mejoramiento de variedades de frijol voluble tipo cargamanto para clima medio y hasta el momento cuentan con ocho materiales promisorios, los cuales están disponibles para probarlos en zona cafetera, según el Doctor Mathew Blair.

## 2.2.2 Maíz

El intercalamiento del maíz con el café se puede considerar como un sombrío transitorio productivo, que utiliza los espacios libres del lote de café, tanto en siembras nuevas como en zocas. En este arreglo no se presenta interacción negativa para ninguno de los dos cultivos, siempre y cuando se haga manejo independiente conforme a las prácticas agronómicas de cada cultivo <sup>49</sup>.

Ventajas del sistema de maíz intercalado con café

- Genera ingresos durante la fase improductiva del café y mejorar el flujo de caja al productor.
- La generación de empleo adicional de unos 40-60 jornales por hectárea, lo cual representa un beneficio social y económico.
- La racionalización de los costos de producción de los dos cultivos, costos de renovación, limpiezas del lote, visitas, administración.

---

<sup>47</sup> CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)., J, Op. Cit, P. 2.

<sup>48</sup> Departamento de Nariño, Secretaría de Agricultura: <http://www.gobernar.gov.co/secretarias/novedades/anual29.xls>. 2006.

<sup>49</sup> VANEGAS, H.; POLANIA, F.; El maíz: una opción tecnológica y económicamente viable dentro del programa de renovación de cafetales para una productividad sostenible. Federación nacional de Cultivadores de Cereales. FENALCE. Boletín Informativo de la Subgerencia Técnica. TECNI-FENALCE. No. 3, Marzo 2002. p 1.

- El cultivo de maíz forma parte de la tradición y las costumbres alimenticias del sector cafetero.
- El cultivo de maíz no exige nuevas inversiones en infraestructura y equipo diferentes a los del café.
- Experiencias de agricultores líderes de la zona cafetera central (Caldas, Risaralda, Quindío y Valle) han validado y demostrado en sus fincas, la factibilidad técnica, agronómica y comercial de este sistema de cultivo de maíz intercalado con café <sup>50</sup>.

Entre los factores limitativos de la producción se encuentran: la falta de variedades adaptadas a la zona cafetera y el desconocimiento del manejo del cultivo, cuando se siembra intercalado con café, en relación con época de siembra, las poblaciones y el número de ciclos de producción <sup>51</sup>.

Hoy día, producir maíz en Colombia, se ha convertido en una actividad rentable por la creciente demanda del maíz como materia prima para la elaboración de alimentos balanceados para la industria avícola. La demanda nacional de maíz de grano amarillo y blanco, se estima en 3'700.000 t/año, de las cuales el país está importando 2'100.000 t/año, que le significan una inversión de U\$350.7 millones/año. Al considerar la oferta ambiental de clima y suelo de la zona cafetera, parte de esa producción se puede obtener intercalando maíz con café para generar ingresos adicionales a los caficultores colombianos y ahorrarle divisas al País <sup>52</sup>.

Algunos datos de producción de maíz amarillo y blanco en los años 1999 y 2004 para cultivos tecnificados y tradicionales muestran que el área cultivada de maíz amarillo tecnificado se incrementó en un 48% y la producción en un 53%, a diferencia del maíz blanco tradicional que disminuyó el área cultivada y la producción en un 30%, esto indica que las preferencias de consumo ha hecho que los agricultores y el mercado se estén inclinando por maíces amarillos con siembra tecnificada, Tabla 2.

---

<sup>50</sup> Ibid., p. 2.

<sup>51</sup> MORENO B., A.M.; POSADA S., H.E.; MESTRE M., A. Obtenga ingresos adicionales al intercalar maíz en siembras nuevas de café. Avances Técnicos Cenicafé (Colombia) No. 220. 1995. p 1.

<sup>52</sup> LOPEZ R., J.A.; DUQUE C., C.M.; ARBOLEDA M., M. Comportamiento de los híbridos de maíz Dekalb 888 y Dekalb 777 en la zona cafetera central. Avances Técnicos Cenicafé (Colombia) No. 318. 2003. p 2.

**Tabla 2.** Área y producción de maíz amarillo y blanco, de forma tradicional y tecnificada. 1999, 2004.

Cultivo	1999			2004		
	Área (ha)	t/ha	Producción (t)	Área (ha)	t/ha	Producción (t)
Maíz amarillo tecnificado	79.274	3,46	274.664	154.776	3,75	579.733
Maíz amarillo tradicional	176.265	1,65	291.422	195.272	1,58	308.998
<b>Total maíz amarillo</b>	255.539	2,22	566.086	350.048	2,54	888.731
Maíz blanco tecnificado	45.142	3,41	154.100	55.448	3,92	217.559
Maíz blanco tradicional	180.028	1,56	281.201	127.948	1,55	198.706
<b>Total maíz blanco</b>	225.170	1,93	435.301	193.396	2,27	416.264
<b>Total maíz</b>	480.709	2,08	1.001.387	533.444	2,45	1.304.995

Fuente: Fenalce<sup>53</sup>

En el 2004 se cultivaron en Colombia 164.127 ha de maíz amarillo tecnificado, en Córdoba se cultivaron 27.901 ha, con una producción de 111,392 t, seguido de Caldas, Quindío y Risaralda con 86,638 t, Tabla 3.

**Tabla 3.** Área sembrada y producción de maíz amarillo tecnificado por departamento, 2004.

Departamento	Área (ha)	Producción (t)
Cordoba	27.901	111,392
Caldas, Quindio y Risaralda	22.978	86,638
Sucre	18.054	80,449
Antioquia	16.413	61,884
Valle	14.771	49,507
Otros	64.009	228,972
<b>Total</b>	164.127	618,842

Fuente: Fenalce<sup>54</sup>

<sup>53</sup> FEDERACIÓN NACIONAL DE CULTIVADORES DE CEREALES Y LEGUMINOSAS – FENALCE, Op.cit., p. 37.

<sup>54</sup> Ibid., p. 8.

### 2.3 ARREGLO FRÍJOL RELEVO MAÍZ

El uso de gramíneas y leguminosas, por presentar características complementarias (agronómicas y nutricionales), se adecúan a esta práctica, siendo en América Latina muy importante las asociaciones de caña de azúcar con frijol, sorgo con frijol, soya con maíz y maíz con frijol, donde ésta última es la más común, con un 80% del frijol y un 50% del maíz producidos bajo alguna forma de asociación <sup>55</sup>.

Se debe evitar la competencia, para obtener resultados satisfactorios combinando cultivos de porte alto con plantas de porte bajo y que tengan diferentes ciclos de cultivo. Esto generalmente funciona cuando los cultivos que se combinan tienen diferentes nichos ecológicos. Esto ocurre en el sistema maíz y frijol, en donde el primero tiene una alta necesidad de luz, pero tiene hojas más erectas que dejan pasar cierta cantidad de luz que es empleada por el frijol que tiene hojas más abiertas y requieren menos luminosidad, además de cubrir una mayor área <sup>56</sup>.

En la actualidad, la asociación de maíz y frijol es uno de los sistemas de cultivo, más comunes dentro de los pequeños agricultores, por razones de tipo cultural, nutricional, biológico y económico para minimizar riesgos y mantener una dieta balanceada y estable <sup>57</sup>.

En este arreglo se aprovecha la fijación de nitrógeno atmosférico por parte de la leguminosa, disminuyendo el uso de fertilizantes nitrogenados; evitando obtener plantas con gran área foliar, a fin de disminuir el volcamiento y los problemas fitosanitarios. A su vez, el maíz comienza a descomponerse liberando lentamente nutrimentos y materia orgánica, los cuales son aprovechados por el cultivo de frijol durante su desarrollo, haciendo económica la aplicación de fertilizantes <sup>58</sup>.

El frijol está en relevo con maíz cuando el sitio de siembra de las dos especies es el mismo, pero no coinciden las épocas de siembra (arreglo cronológico), en este caso se puede presentar competencia parcial, por espacio, luz, agua y nutrimentos ya que las especies están compartiendo el mismo nicho ecológico durante una pequeña parte de su ciclo vegetativo <sup>59</sup>.

---

<sup>55</sup> JANA A., C, BARRIGA B., P, KRARUP H., A *et al.* Eficiencia de la asociación maíz (*Zea mays*. l) y frejol (*phaseolus vulgaris*. l). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile Casilla 567, Valdivia, Chile. Agro sur v.28 n.1 Valdivia ene. 2000. p 71.

<sup>56</sup> HARPER, J.L. , Op.cit., p. 159.

<sup>57</sup> RIVERA J., A. Sistemas de cultivo maíz frijol mejoramiento y practicas agronómicas. In: CURSO INTERNACIONAL SOBRE CULTIVO DE FRÍJOL EN ZONA DE LADERA DE LA REGION ANDINA-PROYECTO DE FRÍJOL PARA LA ZONA ANDINA, PROFRIZA, NOV 1992- Rionegro (Antioquía). 65 p.

<sup>58</sup> CASTAÑO, C.; OSPINA, J.; PELUHA, C.; ECHAVARRIA, D.; GUZMAN, G. , Op. Cit, P. 37.

<sup>59</sup> DAVIS J., H.C.; SMITHSON, J. B, Op. Cit, P. 9.

En este sistema el frijol se siembra después de que el maíz ha alcanzado o está próximo a alcanzar su maduración fisiológica, cuando su contenido de humedad en granos está entre (30 – 35) %. <sup>60</sup>, casi siempre con 3 ó 4 semillas de frijol por sitio de maíz, lo que equivale a una población, entre 37.000 y 49.000 plantas por hectárea. Las semillas deben colocarse al lado de las plantas de maíz, para facilitar que las plantas de frijol se puedan enredar en los tallos del maíz <sup>61</sup>. Los que sirven de tutor a las plantas de frijol, reemplazando de esta manera el tutorado con materiales inertes, costosos e improductivos, cuyos costos pueden ser superiores a 35% del costo total del cultivo. Este sistema es muy común, en el que se realizan arreglos para que una sola preparación inicial del suelo sea suficiente para acoplar los dos cultivos <sup>62</sup>. El cultivar de frijol más utilizado para este arreglo, intercalado con café es el cargamanto rojo, porque sus características los hacen más apropiado que sus similares radicales, cargamanto corriente, Corpoica 106 y ombligo amarillo <sup>63</sup>.

Para ser exitoso con este sistema, se recomienda tener un buen cultivo de maíz para que el frijol se pueda enredar y levantar fácilmente porque el maíz es quien sostendrá a las plantas de frijol. Usualmente, el maíz se siembra a 80 cm ó 90 cm entre sitios, utilizando 4 semillas para hacer raleo y dejar tres plantas por sitio, según Ríos y Roman, citado por Ligarreto <sup>64</sup>.

Si el cultivo de maíz es sólo un tutor, las características del frijol dependen de su potencial genético, las condiciones ambientales y el manejo agronómico, mientras que los genotipos de maíz, deben tener ciertas características que lo hagan apto para el sistema como son: productividad, tallo resistente, que mantenga su rigidez meses después de la madurez fisiológica, sistema radical amplio y profundo que proporcione buen anclaje a las plantas <sup>65</sup>.

Este sistema de siembra es el más utilizado en el oriente antioqueño, en donde comprende el 80% del área cultivada en el departamento <sup>66</sup>.

---

<sup>60</sup> Harvest index: a review of its use in plant breeding and crop physiology. *Ann. Appl. Biol.*, R.K.M. 1995. 126: 197-216.

<sup>61</sup> LIGARRETO M., G.A, Op. Cit, P. 226.

<sup>62</sup> CASTAÑO, C.; OSPINA, J.; PELUHA, C.; ECHAVARRIA, D.; GUZMAN, G., J, Op. Cit, P. 38.

<sup>63</sup> CASTAÑO, C. Anotaciones sobre el relevo frijol - maíz en la zona cafetera. FENALCE. Leguminosas. Medellín (Colombia), 2004. p 10.

<sup>64</sup> LIGARRETO M., G.A. Sistemas de siembra del cultivo del frijol en Colombia. *Revista ICA ( Colombia)* 26(3-4). 1991. p 225.

<sup>65</sup> RIVERA J., A., J. Op. Cit, P. 67.

<sup>66</sup> CORPORACION COLOMBIA INTERNACIONAL- CCI. Op. Cit, p. 2 .

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se hizo en la Subestación experimental El Rosario, municipio Venecia, departamento de Antioquía, entre mayo de 2005 y mayo de 2006. La subestación se encuentra ubicada a una latitud 05° 58'N, longitud 75° 42' W y altitud de 1635 m, con una humedad relativa del 74 %, temperatura media 20,1 °C y una precipitación anual de 2504 mm.

#### 3.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DEL LOTE EXPERIMENTAL

En la tabla 4, se muestra el resultado del análisis de suelo previo a la siembra del maíz y del frijol, donde se puede observar que dichos resultados para algunas variables cambian con relación al sitio de muestreo, lo cual es importante a la hora de recomendar el muestreo cuando se vaya a sembrar un cultivo intercalado con café, de tal manera que la muestra de suelo se debe tomar en las calles y no en el plato de la planta de café. Por tanto, el análisis de suelo que normalmente tienen los caficultores no sirve de referencia para planificar la fertilización de los cultivos intercalados, porque el muestreo se hace en la gotera de las plantas de café.

**Tabla 4.** Resultado del análisis de suelo de las muestras tomadas en el lote donde se estableció el experimento, previo al inicio del mismo.

Sitio de Muestreo	pH	Porcentaje		P ( ppm )	cmol(+) $\text{kg}^{-1}$				Textura
		N	M. O.		K	Ca	Mg	Al	
En el plato	4.4	0.62	17.9	9	1.29	0.6	0.5	3.7	F
En la calle	4.6	0.62	17.7	9	0.44	1.4	0.5	2.7	F



### 3.3 CULTIVARES

Café (*Coffea arabica* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y maíz (*Zea mayz* L.).

#### 3.3.1 Café

Se uso un lote zoqueado con café variedad Colombia, Figura 2.



**Figura 2.** Lote experimental con variedad Colombia, edad 5 años.

#### 3.3.2 Fríjol

Se usó semilla de cargamanto rojo, por ser éste un cultivar de crecimiento indeterminado, tipo IV, alcanza los dos metros de altura y es el más utilizado para asociarlo con maíz; posee un ciclo de cultivo de 150 días y un rendimiento medio

entre 1500 y 2500 kg por hectárea en unicultivo y 900 kg por hectárea en relevo con maíz. La semilla se obtuvo de la región en donde se desarrolló la investigación, usada por algunos caficultores de la zona cafetera, tal como en los municipios de Belén de Umbría, Santuario y Guática (Risaralda) con rangos de altitud entre 1600 y 1800 m, con buenos resultados<sup>67, 68</sup>.

### 3.3.3. Maíz.

Maíz regional o criollo, que usan los agricultores de la zona de influencia donde se instaló el experimento, híbrido FNC-3054; cultivar liberado en el 2005, el cual se obtuvo del Programa de mejoramiento de maíces para la zona cafetera colombiana, dentro del convenio establecido para tal fin entre el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y la Federación Nacional de Cerealistas y Leguminosas (Fenalce); y la variedad ICA V-305, obtenida para la zona cafetera, en trabajo colaborativo entre Cenicafé, ICA y Fenalce en 1991, Tabla 8.

**Tabla 5.** Características agronómicas de los cultivares evaluados de maíz<sup>69, 70</sup>.

Características	Cultivar de Maíz		
	FNC-3054	ICA V-305	REGIONAL
Textura del grano	Semicristalino	Cristalina	Harinoso
Color del grano	Blanco	Amarillo	Blanco
Ciclo de cultivo (días)	170	150 –170	150 - 180
Rendimiento medio (kg/ha)	8300	4000	3600
Rango de adaptación (m)	1200 –1800	1200 - 1800	1700 – 2300
Altura media de la planta (m)	2,6	2,2	3.6
Altura media de inserción de la mazorca (m)	1,25	1,30	2.3

<sup>67</sup> RIOS B., M.J.; QUIROS D., J.E., Op. Cit, P. 165.

<sup>68</sup> CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). Cultivation of Climbing Beans. Scientific Contact: Eliaineny Minja, 2003 [http://www.ciat.cgiar.org/africa/pdf/leaflet\\_climbing\\_beans.pdf](http://www.ciat.cgiar.org/africa/pdf/leaflet_climbing_beans.pdf)

<sup>69</sup> VANEGAS, H.; POLANÍA, F.; NARRO, L.; SALAZAR, F.; MORENO, A.; URIBE, C. Primeros híbridos colombianos de maíz blanco para la zona cafetera. In: Simposio internacional de maíz, número. Pereira (Colombia), 17 Junio, 2006. p 2.

<sup>70</sup> OSPINA, J.; MORENO, A.; Tecnología para sembrar maíz en la zona cafetera de Antioquia MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, FEDERACIÓN NACIONAL DE CEREALISTAS Y LEGUMINOSAS (FENALCE), FONDO NACIONAL CEREALISTA, FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Antioquia noviembre.2004

### 3.4. METODOLOGÍA

#### 3.4.1 Descripción de tratamientos

En un lote de café a 2.0 m x 1.0 m, renovado mediante zoqueo, se sembraron con manejo agronómico independiente, tres cultivares de maíz (híbrido FNC-3054, variedad ICA V-305 y maíz regional) y frijol de crecimiento indeterminado tipo cargamanto en relevo con maíz, para determinar si este arreglo interespecífico intercalado en zocas de café afectaba su crecimiento durante el primer año y determinar si los cultivares regionales de maíz como tutor para el frijol se podían sustituir por los cultivares mejorados y al mismo tiempo poder sustituir los tutores artificiales por estos cultivares vivos y conocer la fecha relativa de siembra del frijol más adecuada. En consecuencia, se evaluaron 16 tratamientos en arreglo factorial 4x3+4; donde los factores experimentales fueron sistema de tutorado con cuatro niveles, conformados por tres cultivares de maíz (híbrido FNC-3054, variedad ICA V-305 y maíz regional) y un tutor artificial que se hizo con dos varas de guadua una a cada lado del surco, se colocó un alambre a 2,50 m de altura en el que se amarraron unas fibras de polipropileno para encaminar las plantas de frijol, Figura 3; arreglo cronológico o fechas relativas de siembra del frijol (60, 90 y 120 días después de la siembra del maíz - **ddsm**) más cuatro testigos (café solo, FNC-3054 solo, ICA V-305 solo y maíz regional solo). Con el tutor artificial se usó el mismo arreglo cronológico del frijol, tal como se hizo en las parcelas con maíz, Tabla 6.



**Figura 3.** Sistema de tutorado artificial para fríjol cargamanto.



**Tabla 6.** Descripción de los tratamientos por cultivar, sistema de siembra y siembra del frijol.

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN	
	Cultivar y sistema de siembra	Días transcurridos entre la siembra del maíz y el frijol (ddsm)
1	fríjol — ICA V-305 // Café	60
2	fríjol — ICA V-305 // Café	90
3	fríjol — ICA V-305 // Café	120
4	fríjol — FNC-3054 // Café	60
5	fríjol — FNC-3054 // Café	90
6	fríjol — FNC-3054 // Café	120
7	fríjol — maíz regional // café	60
8	fríjol — maíz regional // Café	90
9	fríjol — maíz regional // Café	120
10	fríjol con tutor muerto // Café	60
11	fríjol con tutor muerto // Café	90
12	fríjol con tutor muerto // Café	120
13	Café (o)	---
14	ICA V-305 (o)	---
15	FNC-3054 (o)	---
16	Maíz regional (o)	---

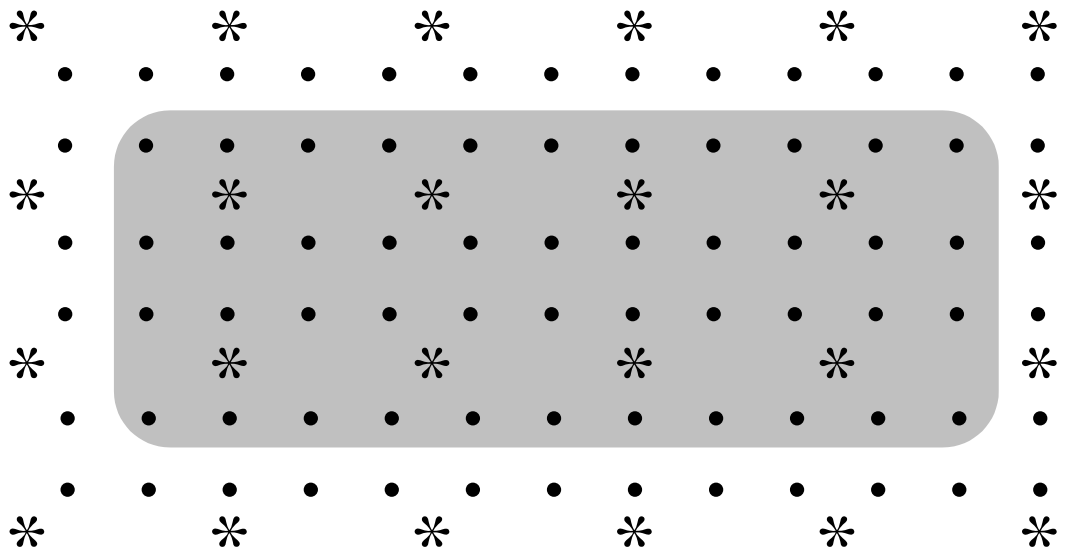
// : Intercalado      — : Relevo      (o) : Solo

### 3.4.2 Parcela experimental

La parcela experimental estuvo conformada por 24 sitios de café a una distancia de 2 m x 1 m en un área de 48 m<sup>2</sup>. En esa misma área se sembraron 78 sitios con maíz y frijol, en seis surcos a 1.0 m con 13 sitios a 0.4 m cada uno, Figura 4.

### 3.4.3 Parcela efectiva

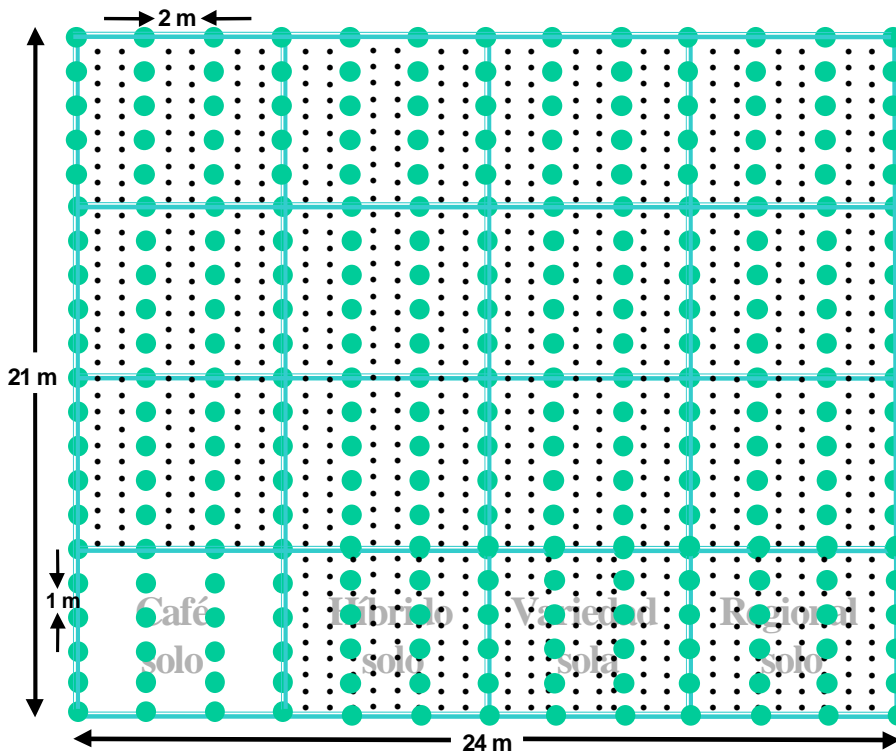
La parcela efectiva tuvo 8 sitios de café con un área de 16 m<sup>2</sup> y 44 sitios con maíz y frijol en un área de 17.6 m<sup>2</sup> tanto para maíz (88 plantas) como para frijol (88 plantas), Figura 4.



**Figura 4.** Detalles de la parcela experimental donde los asteriscos representan los sitios con café, los puntos a los sitios con maíz o maíz con frijol y el área sombreada comprende los sitios de la parcela efectiva.

### 3.4.4 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 %, Figura 5.



**Figura 5.** Esquema de una repetición con las dieciséis parcelas donde los puntos verdes representan los sitios de café y los negros a los de maíz y frijol.

El modelo para este diseño de bloques completos al azar es el siguiente con arreglo factorial de tratamientos es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + T_j + M_i T_j + B_k + \varepsilon_{ijk}$$

$$i = 1 \dots m \quad j = 1 \dots t \quad k = 1 \dots b$$

donde:

$Y_{ijk}$ : Valor o rendimiento observado en el  $i$ -ésimo nivel de Materiales,  $j$ -ésimo nivel de Tutores,  $k$ -ésimo bloque.

$\mu$ : Efecto de la media general.

$M_i$ : Efecto del  $i$ -ésimo nivel de materiales

$T_j$ : Efecto del  $j$ -ésimo nivel de tutores

$M_i T_j$  :Efecto de la interacción entre el  $i$  - ésimo nivel de materiales y el  $j$  - ésimo nivel de tutores.

$B_k$  : Efecto del  $k$  - ésimo bloque.

$\mathcal{E}_{ijk}$  : Efecto del error experimental en el  $i$  - ésimo nivel de Materiales,  $j$  - ésimo nivel de Tutores,  $k$  - ésimo bloque.

$i$  : Número de niveles de materiales.

$j$  : Número de niveles de tutores

$k$  : Número de bloques.

### 3.4.5 Aplicación y manejo de los tratamientos.

**Café.** Se utilizó un lote recién zoqueado con sitios de café a 2 m x 1 m, dejando dos brotes por sitio, para tener una población de 10.000 tallos por ha. La selección de los brotes se empezó a los dos meses después del zoqueo y se definió a los cuatro meses.

**Maíz.** En cada calle del café se sembraron dos surcos de maíz a 0.5 m del surco de café y 1 m entre sí, con 13 sitios a 40 cm (50.000 plantas/ha), depositando 3 semillas para dejar 2 plantas en el momento del raleo, el cual se hizo 10 días después de la emergencia, Figura 6.

**Fríjol.** Para facilitar que las plantas de fríjol se enredaran en las plantas de maíz en cuanto fueran creciendo, al lado de las plantas de maíz, se sembraron tres semillas de fríjol para dejar dos plantas al momento del raleo Figura 6, el cual se hizo 10 días después de la emergencia, esto se hizo a los 60, 90 y 120 días después de la siembra del maíz (**ddsm**), Tabla 7.





**Figura 6.** Aplicación y manejo de tratamientos, siembra de maíz y frijol.

**Tabla 7.** Fecha de siembra de los tres cultivares de maíz y del frijol cargamanto conforme al arreglo cronológico establecido.

CULTIVAR		FECHA DE SIEMBRA
MAIZ	FNC-3054	20 de Mayo de 2005
	ICA V-305	
	Regional	
FRÍJOL	Cargamanto ( 60 dds )	19 de Julio de 2005
	Cargamanto ( 90 dds )	23 de Agosto de 2005
	Cargamanto ( 120 dds )	20 de Septiembre de 2005

Se hizo manejo integrado de arvenses, de plagas y de enfermedades en todos los componentes específicos del sistema conforme a las necesidades y recomendaciones técnicas de cada cultivo.

### **Fertilización**

**Café.** Se aplicaron 30g/sitio de urea a los cuatro y seis meses después de zoqueado y 40g/sitio de urea a los 10 meses después de zoqueado.

**Maíz.** Como enmienda para todo el lote, un mes antes de la siembra se aplicaron 500 kg/ha de sulfato de calcio (yeso agrícola). Se aplicaron 10 g/sitio de la mezcla 4:1 de difosfato de amonio (DAP) y cloruro de potasio (KCl) junto con la siembra y treinta días después se aplicaron 8 g/sitio de la mezcla 3:1 de urea y cloruro de potasio.

**Frijol.** Al momento de la siembra, se aplicaron 10 g/sitio de difosfato de amonio (DAP).

### **3.4.6 Variables a evaluar**

#### **En café**

Después de la selección definitiva de los brotes (chupones), la cual se hizo a los cuatro meses posterior al zoqueo, cada mes se evaluó en los dos brotes de los ocho sitios efectivos lo siguiente:

- Longitud de brotes, la cual se midió con una regla graduada desde la base del brote hasta el ápice terminal, expresada en cm.
- Número de cruces, a partir de la base del brote hasta la última cruz formada. Se denomina cruz, al sitio del tallo donde se forman dos ramas primarias opuestas.
- Número de nudos en el último mes de evaluación desde la base hasta el ápice de la rama. Esto se hizo sólo en cuatro sitios. Se denomina nudo al sitio del tallo donde se forman un grupo de conos florales y posteriormente los granos.

#### **En frijol (Por parcela efectiva y tratamiento)**

- Número de plantas cosechadas en el último pase de cosecha por parcela.
- Número de vainas en todas las plantas cosechadas.
- Peso de granos. Luego del desgrane de las vainas, se tomó al azar una muestra de 100 granos y se pesaron en una balanza digital.

- Humedad de granos, la cual se hizo de forma artesanal, pesando muestras de 100 g en bolsas de papel las cuales se asolearon durante tres días seguidos y luego se pesaron para calcularles la humedad por diferencia de peso, porque el equipo Dickey-Jhon no está calibrado para este tipo de granos.
- Peso total de granos, el cual se ajustó al 15% de humedad, de igual forma como se hizo para maíz y se expresó en kg/ha.

### **En maíz (Por parcela efectiva y tratamiento)**

- En el momento de la cosecha se contó el número de plantas y de mazorcas que se cosecharon.
- Peso de mazorcas y de granos expresado en kg.
- Humedad de granos expresada en porcentaje. En el momento de la cosecha, se desgranaron dos hileras completas de cuatro o cinco mazorcas y se llenó el recipiente del equipo portátil determinador de humedad de la empresa DICKEY-John, Figura 7. Después, se estimó el rendimiento en kg/ha ajustado a la humedad comercial del 15% mediante la siguiente fórmula <sup>71</sup>:

$$Pf = \frac{Po (100 - Ho)}{(100 - Hf)}$$

donde :

*Pf* : Peso del grano ajustado al porcentaje de humedad deseada.

*Po* : Peso inicial de grano al registrado al momento de la cosecha.

*Ho* : Humedad de campo determinada al momento de la cosecha.

*Hf* : Porcentaje de humedad para hacer el ajuste.

---

<sup>71</sup> United States Department of Agriculture. Consumer and marketing service grain division. Official Grain Standard of the United States, EE. UU. 1970. p 2.

Grain  
Moisture  
Tester  
(MGT)

- Wheat
- Corn
- Barley
- Rape Seed
- Soybeans
- Sunflower
- Rice
- Peas
- Oats
- Horsebeans
- Rye



**Figura 7.** Equipo para determinar la humedad de granos de la empresa Dickey-John.

### 3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se hizo análisis de varianza conforme al modelo de Bloques Completos al Azar, en arreglo factorial y con todos los tratamientos. Al considerar que hubo efecto de tratamientos se aplicó la prueba de Dunnett para comparar los arreglos interespecíficos con los unicultivos y prueba de Tukey al 5% en los efectos principales tutor y las fechas relativas de siembra.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 MAÍZ

El análisis de varianza mostró diferencias entre los valores medios de la producción de maíz de los tres cultivares y con la fecha relativa de siembra, además de un efecto en la interacción (Anexo I), de tal manera que la producción del híbrido FNC-3054 fue superior a la del regional y la variedad ICA V-305, pero las producciones del regional y de la variedad fueron estadísticamente iguales, dentro del arreglo en relevo con frijol e intercalado con café, Tabla 8. Aparte de esto, las observaciones de campo mostraron que el híbrido FNC-3054 es un buen tutor para el frijol porque soportó su peso durante todo su ciclo sin volcarse, porque posee buena capacidad de anclaje y un tallo fuerte y grueso, que le permitió a las plantas de frijol enrollarse y desarrollarse sin dificultad, Figura 8. Lo anterior resuelve la recomendación de Castaño (2004), al afirmar que uno de las limitaciones en la zona cafetera, para mejorar el rendimiento del maíz dentro de este sistema, es el requerimiento de cultivares de tallo grueso, fuerte y resistente al volcamiento; características que se observan en muy pocos cultivares, por consiguiente según él se debe recurrir a la siembra de cultivares regionales, así el híbrido FNC-3054 puede reemplazarlos en dicha zona, dadas sus buenas condiciones como tutor vivo y de productividad <sup>72</sup>.

**Tabla 8.** Rendimiento medio de los cultivares de maíz híbrido FNC-3054, variedad ICAV-305 y Regional expresada en kg/ha al 15% de humedad.

CULTIVAR	PRODUCCIÓN (kg/ha)
FNC-3054	7081 a
REGIONAL	5149 b
ICA V-305	4746 b
<b>Mínima diferencia significativa</b>	<b>483,8</b>
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	<b>8,4</b>

Medias con letras no comunes indican diferencia estadística según prueba de Tukey al nivel del 5%.

<sup>72</sup> CASTAÑO, C, p.Op. Cit, P. 4.





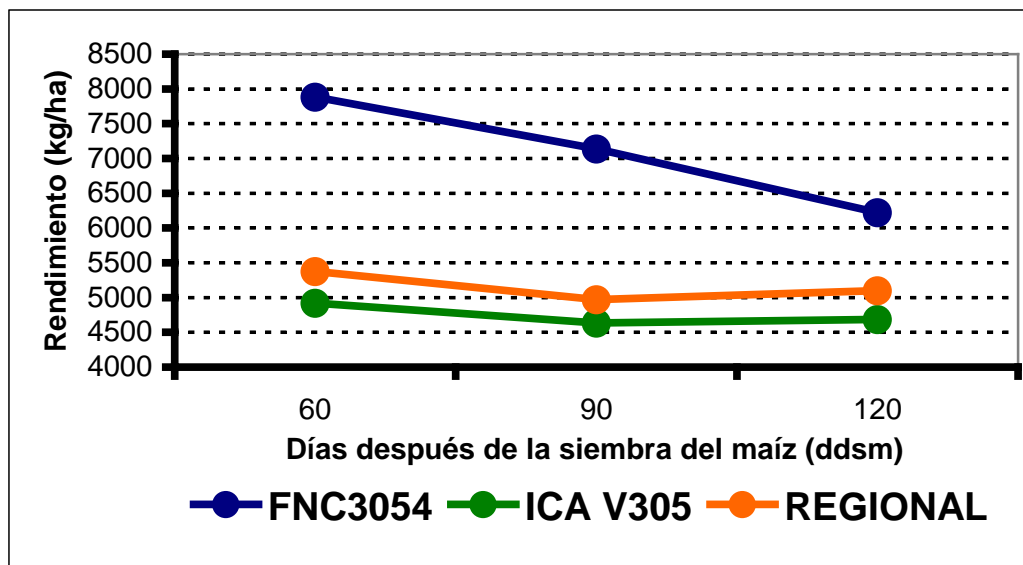
**Figura 8.** Comportamiento del maíz híbrido FNC-3054 como tutor del fríjol Cargamanto.

Aunque las producciones del maíz regional y la variedad ICA V-305 fueron iguales, el primero es un material que posee características indeseables, en cuanto a su altura que sobrepasa los cuatro metros y punto de inserción de la mazorca cercano a los dos metros, que complican la cosecha y lo hace vulnerable al volcamiento a causa de los vientos, aunque posee tallos gruesos y fuertes, su función como tutor lo predispone más al volcamiento, con necesidad la mayoría de las veces de un apuntalamiento de las plantas; por estas razones los agricultores lo han ido reemplazando por tutorado artificial, con el consecuente aumento de los costos de producción del fríjol cargamanto y a tener un sistema de producción menos eficiente, por cuanto sólo se obtiene un producto, cuando con el uso de cultivares de maíz adecuados como el FNC-3054, se puede obtener el maíz como producto adicional; para bien de la seguridad alimentaria y más ingresos para los agricultores. De otra parte, si bien la variedad produce lo mismo que el regional, se puede preferir a ésta porque su altura es menor, sus tallos son fuertes y tiene

buen anclaje que resisten los vientos fuertes; además se puede seleccionar semilla para las siguientes siembras.

Los agricultores que realizan este arreglo siembran el frijol después de los 120 días de sembrado el maíz, según Castaño *et al.* (2003) quienes mencionan que el frijol se debe sembrar después de que el maíz alcanza o está próximo a alcanzar su madurez fisiológica<sup>73</sup>. Los resultados mostraron que la mayor producción de maíz se presentó cuando se sembró el frijol a los 60 días después de su siembra respecto a los 120 dds, Tabla 9. Con este resultado se demuestra que se puede sembrar el frijol de forma temprana sin que se afecte negativamente la producción del maíz, dado que este es eficiente en la extracción de nutrimentos, por ser una gramínea de tipo C4 que posee una alta capacidad de asimilación, además del posible beneficio que le suministró la fertilización del frijol en esta época, como un beneficio del manejo independiente que se debe practicar siempre en los sistemas con arreglos interespecíficos, a fin de reducir la posible competencia que pueda darse entre éstos.

Con relación a la significancia de la interacción entre cultivares y la fecha relativa de siembra del frijol (Anexo I), ésta se debe a que el híbrido FNC3054 fue sensible a la siembra tardía del frijol, por tanto su producción estuvo en relación inversa a la fecha relativa de siembra del frijol, Figura 9.



**Figura 9.** Interacción del rendimiento (kg/ha) y la fecha relativa de siembra de los cultivares de maíz.

<sup>73</sup> CASTAÑO, C.; OSPINA, J.; PELUHA, C.; ECHAVARRIA, D.; GUZMAN, G., J, Op. Cit, P. 38.

**Tabla 9.** Producción media de maíz (kg/ha) al 15% de humedad de acuerdo a la fecha relativa de la siembra del frijol.

<b>Fecha relativa de siembra del frijol (Días después de la siembra del maíz)</b>	<b>Producción (kg/ha)</b>
60	6059 a
90	5581 ab
120	5335 b
<b>Mínima diferencia significativa</b>	<b>483,8</b>

Medias con letras no comunes indican diferencia estadística según prueba de Tukey al nivel del 5%.

La mayoría de los caficultores que se dedican a sembrar estos arreglos no tienen en cuenta las recomendaciones técnicas y practican labores de campo nada sostenibles, provocando el agotamiento de los recursos naturales. 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 para evitar la competencia en la extracción de los mismos o el efecto en su desarrollo, 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.* (1993) 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. Los análisis económicos revelaron que la aplicación de fertilizantes a ambos cultivos dieron el mayor ingreso neto <sup>74</sup>. Con estas recomendaciones se contribuye a la seguridad alimentaria, se reduce el empobrecimiento del suelo y los caficultores pueden producir café y otros productos de forma sostenible.

Con el fin de conocer el arreglo que ofrece mayores producciones de maíz frente a cada testigo, se aplicó la prueba Dunnett a la diferencia de producciones, de esta forma y frente a la variedad ICA V-305 (o), el análisis mostró que: la producción de maíz en los arreglos frijol relevo FNC-3054 intercalado con café a los 60 y 90 días después de su siembra presentó diferencias significativas, Tabla 10, explicadas porque el arreglo con frijol y café se beneficia de la mayor productividad del maíz híbrido, alcanzando producciones mayores que con la variedad ICA V-305 sola, debido a que este híbrido adaptado a la zona cafetera hace un uso adecuado de los recursos como agua, luz y nutrimentos, con lo cual se soluciona la necesidad que mencionan Moreno *et al* (1995) de la falta para zona cafetera de cultivares mejorados y adaptados <sup>75</sup>, dado lo anterior, es importante decir que el híbrido FNC-3054 mantiene su estabilidad al comportarse bien en esta zona. Además,

<sup>74</sup> 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 (Filipinas) 18(2):1-6. 1993.

<sup>75</sup> MORENO B., A.M.; POSADA S., H.E.; MESTRE M., A., Op. Cit, P. 1.



esta investigación le aporta a los caficultores información para que usen el híbrido como tutor del frijol, sin que se disminuya la producción del frijol.

**Tabla 10.** Diferencias entre medias para la variable kilogramos de maíz producido en los tratamientos con la variedad ICA V –305 en unicultivo.

Arreglos en comparación		Diferencias entre medias (kg/ha)
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 dds)	ICA V-305 (o)	2377,8 * * *
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (90 dds)		1632,3 * * *
FNC-3054 (o)		765,3
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (120 dds)		715,8
Fríjol relevo Regional intercalado con café (60 dds)		-128,3
Fríjol relevo Regional intercalado con café (120 dds)		- 407,3
Fríjol relevo Regional intercalado con café (90 dds)		- 534,5
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (60 dds)		- 587,3
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (120 dds)		- 819
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (90 dds)		- 871,5
<b>Regional (o)</b>		<b>-1825,8 * * *</b>
<b>Mínima diferencia significativa</b>		1067,9

\*\*\* Indica diferencias significativas según prueba Dunnet al 5%.

Al comparar la diferencia de producción de maíz entre los arreglos interespecíficos respecto al híbrido FNC-3054 (o); el arreglo frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 dds) mostró diferencias significativas a su favor, mientras que en los demás casos donde se observaron diferencias lo fueron negativas, es decir, a favor del FNC-3054 (o), Tabla 11. El primer resultado, muestra una vez más que el frijol no le compite al maíz durante esta etapa, además se deduce que los altos valores se debieron al favorable comportamiento del híbrido como tutor del frijol, desde los 60 dds, así mismo es probable que la competencia del frijol disminuyera con la fertilización nitrogenada del maíz, corroborado por Morgado y Willey, (2003) quienes observaron que la fertilización nitrogenada reduce el efecto de la competencia del frijol en el rendimiento del maíz y es muy eficiente en el aumento de la producción de mazorcas <sup>76</sup>.

<sup>76</sup> MORGADO, L.B.; WILLEY, R.W. Effects of plant population and nitrogen fertilizer on yield and efficiency of maize-bean intercropping. Pesquisa Agropecuaria Brasileira (Brasil) 38(11). 2003. p 1257.

La producción del FNC-3054 con frijol en relevo 120 dds no muestra diferencia entre medias respecto del FNC-3054 (o), Tabla14, lo cual indica que la producción de maíz no se aumenta ni se disminuye con la siembra tardía del frijol. Al sembrar el frijol de forma temprana el agricultor podría obtener ingresos de manera rápida sin que se crucen las dos cosechas, lo que facilitaría esta labor, esto muestra una vez más que se puede sembrar el frijol antes de la madurez fisiológica del maíz, que en la zona cafetera se aproxima a los 120 días después de la siembra.

**Tabla 11.** Diferencias entre medias para la variable kg/ha de maíz producido en algunos arreglos respecto al Híbrido FNC–3054 en unicultivo.

Arreglos en comparación		Diferencias entre medias (kg/ha)
Frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 dds)	<b>FNC-3054 (o)</b>	1612,5 * * *
Frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (90 dds)		867
Frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (120 dds)		-49,5
ICA V-305 (o)		-765,3
Frijol relevo Regional intercalado con café (60 dds)		-893,5
Frijol relevo Regional intercalado con café (120 dds)		-1172,5 * * *
Frijol relevo Regional intercalado con café (90 dds)		-1299,8 * * *
Frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (60 dds)		-1352,5 * * *
Frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (120 dds)		-1584,3 * * *
Frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (90 dds)		-1636,8 * * *
Regional (o)		-2591 * * *
<b>Mínima Diferencia Significativa</b>		1067,9

\*\*\* Indica diferencias significativas según prueba de Dunnet al 5%.

Respecto a las comparaciones con regional (o), todos los arreglos, excepto frijol relevo ICA V-305 intercalado con café a los 120 y 90 dds, mostraron diferencias significativas con producciones medias mayores respecto al maíz regional (o), Tabla 12, lo que indica una vez más que el maíz se beneficia al sembrarlo en relevo con frijol, con esto se demuestra que el arreglo funciona y que el maíz regional no es la mejor opción para los caficultores porque además de sus desfavorables características como tutor, tiene una baja producción.

**Tabla 12.** Diferencias entre medias para la variable kg/ha de maíz producido en algunos arreglos respecto al Regional en unicultivo.

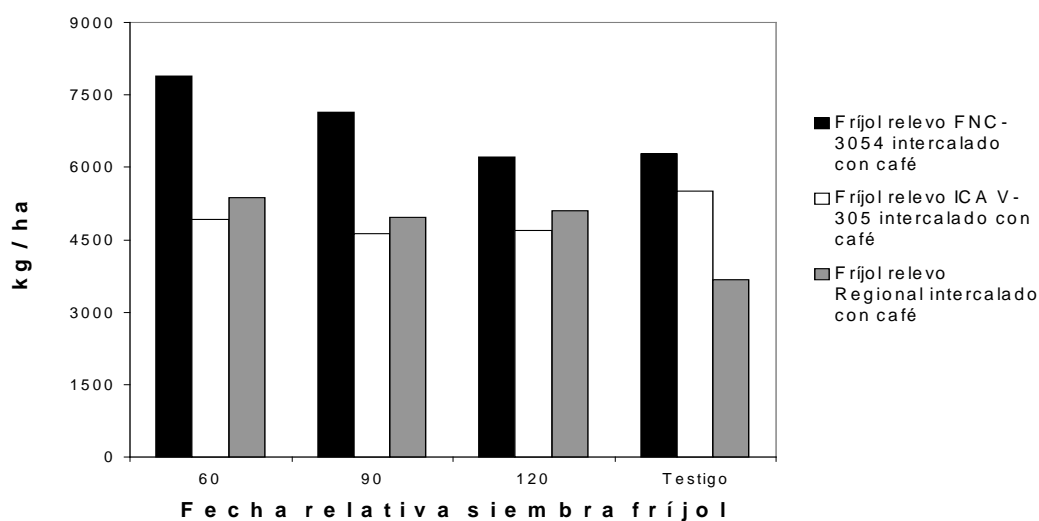
Arreglos en comparación		Diferencias entre medias (kg/ha)
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 dds)	<b>Regional (o)</b>	4203,5 * * *
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (90 dds)		3458,0 * * *
FNC-3054 (o)		2591,0 * * *
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (120 dds)		2541,5 * * *
ICA V-305 (o)		1825,8 * * *
Fríjol relevo Regional intercalado con café (60 dds)		1697,5 * * *
Fríjol relevo Regional intercalado con café (120 dds)		1418,5 * * *
Fríjol relevo Regional intercalado con café (90 dds)		1291,3 * * *
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (60 dds)		1238,5 * * *
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (120 dds)		1006,8
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (90 dds)		954,3
<b>Mínima Diferencia Significativa</b>		1067,9

\*\*\* Indica diferencias significativas según prueba Dunnet al 5%.

En general, el híbrido de maíz FNC-3054 en el arreglo con fríjol sembrado a los 60 y 90 dds presentaron las mayores producciones medias, superando a los demás arreglos y al FNC-3054 (o) (Figura 10 y Tabla 13). Una vez más se corrobora que la siembra temprana del fríjol benefició al sistema, permitiéndole al híbrido: tener un buen desarrollo, un crecimiento adecuado que se vio reflejado al proveerle un buen desempeño como tutor y una producción superior respecto a los otros cultivares de maíz. El buen comportamiento del híbrido como tutor dependió, en gran parte, de sus características genéticas y de los recursos que capturó en las primeras etapas de su crecimiento incluso después de la siembra del fríjol.

**Tabla 13.** Rendimiento medio de maíz en grano seco (kg/ha) ajustado al 15% de humedad en cada uno de los arreglos. Subestación experimental El Rosario, Venecia, Antioquía, 2005.

Arreglos	Producción (kg/ha)
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 dds)	7883,0 a
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (90 dds)	7137,5 ab
FNC-3054 (o)	6270,5 bc
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (120 dds)	6221,0 bcd
ICA V-305 (o)	5505,3 cde
Fríjol relevo Regional intercalado con café (60 dds)	5377,0 cde
Fríjol relevo Regional intercalado con café (120 dds)	5098,0 cde
Fríjol relevo Regional intercalado con café (90 dds)	4970,8 de
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (60 dds)	4918,0 ef
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (120 dds)	4686,3 ef
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (90 dds)	4633,8 ef
Regional (o)	3679,5 f
<b>Mínima Diferencia Significativa</b>	<b>1291,2</b>
<b>C.V. (%)</b>	<b>9,4</b>



**Figura 10.** Producción media de maíz expresada en kg/ha para todos los arreglos interespecíficos y fechas relativas de siembra del fríjol.

## 4.2 PRODUCCIÓN Y COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE FRÍJOL

### 4.2.1 Granos por vaina

El análisis de varianza mostró diferencias de acuerdo al material utilizado como tutor y a la fecha relativa de siembra, pero no hubo efecto de la interacción (Anexo H), en cuanto al tutor las diferencias se presentaron a favor del artificial respecto al regional; pero a su vez fue igual al ICA V-305 y FNC-3045, Tabla 14. Por lo tanto, el maíz regional tiene un efecto negativo sobre el fríjol, posiblemente por su altura debido a que este le proporciona una sombra inadecuada, que no lo hace el mejor tutor para el fríjol, por esta razón el híbrido FNC-3054 tiene una ventaja adicional como tutor de fríjol por su porte bajo, ya que según Demarchi *et al.* (2004), la luz es el principal factor limitativo para el fríjol, así el uso de cultivares de maíz de porte bajo, disminuiría la competencia<sup>77</sup>, de aquí la importancia de usar el híbrido FNC-3054 que le permitirá al fríjol desarrollarse mejor.

Si se tiene en cuenta la fecha relativa de siembra, se observaron diferencias al sembrar el fríjol a los 120 y a los 90 dds, respecto a los 60 dds, Tabla 18. Esto se puede explicar posiblemente por las condiciones del medio ambiente, principalmente con la lluvia cuya disminución durante la siembra tuvo un efecto negativo sobre la producción del fríjol a los 60 dds, Figura 11. El fríjol requiere desde el inicio del ciclo, hasta un mínimo de sesenta días después de la siembra, de humedad adecuada en el suelo, para un buen crecimiento, desarrollo de la planta, formación y llenado del grano. En trabajos similares Demarchi *et al.* (2004) indican que el número de granos por vaina sufrió poca interferencia en asocio con maíz, esto puede ser explicado por el hecho de que esas características son intrínsecas del cultivo y sufren menos efectos de la interacción genotipo - ambiente<sup>78</sup>.

---

<sup>77</sup> DEMARCHI, M.; ARF, O.; DA SILVA, M.; DE SÁ, M.; FERREIRA, R.; BUZETTI, S.; BIANCHINI, E. Comportamento do feijoeiro em cultivo consorciado com milho em sistema de plantio direto. Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Socio-economia, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual. Acta Scientiarum. Agronomy Maringá, v. 26, n. 3, 2004. p 21.

<sup>78</sup> Ibid., p.19.

**Tabla 14.** Valores medios del número de granos/vaina, vainas/planta, peso de 100 granos y rendimiento para cada tipo de tutor del Frijol.

Tutor	Vaina/planta	Granos/vaina	g/100 granos	Rendimiento (kg/ha)
Artificial	5,4 a	5,16 a	76,2 a	1141 a
ICA V-305	5,0 a	4,98 ab	71,9 a	973 b
FNC-3054	5,2 a	4,86 ab	72,3 a	985 ab
REGIONAL	4,9 a	4,82 b	73,8 a	897 b
<b>Media</b>	<b>5,1</b>	<b>5,0</b>	<b>73,5</b>	<b>999</b>
<b>C. de V. (%)</b>	<b>16,8</b>	<b>6,0</b>	<b>8,2</b>	<b>15,0</b>
<b>M D S</b>	<b>0,9</b>	<b>0,3</b>	<b>6,7</b>	<b>165,1</b>

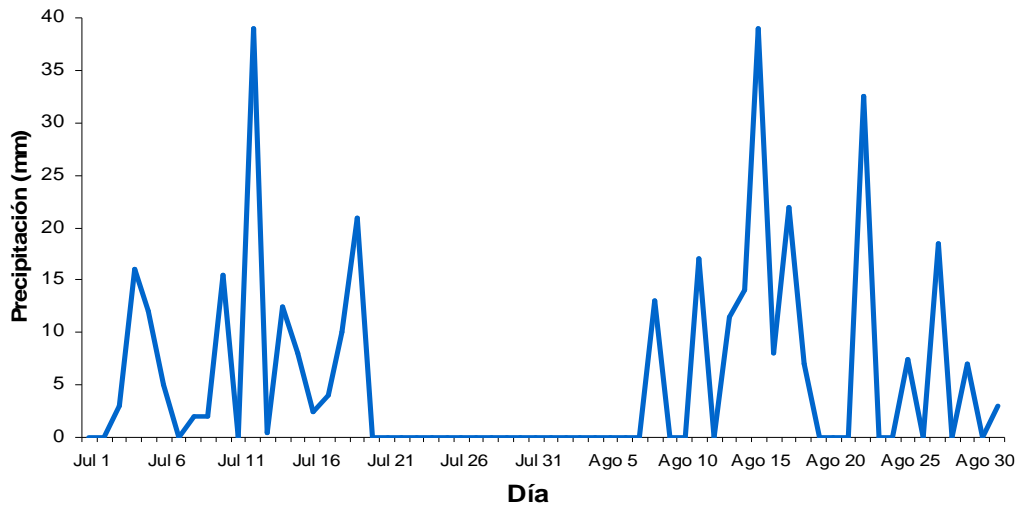
Medias con letras no comunes indican diferencia estadística según prueba de Tukey al nivel del 5%.

En la Tabla 15, se puede apreciar que el menor número de vainas por planta y granos por vaina se presentó a los 60 dds m lo que afectó la producción, a pesar de que el peso de 100 granos fue mayor. Es decir, que el número de vainas por planta y granos por vaina son los componentes de rendimiento que mayor contribución tienen en la producción.

**Tabla 15.** Efecto de la fecha relativa de siembra del frijol (dds m), granos/vaina, vainas/planta, peso de 100 granos y rendimiento (kg/ha).

DDSM	Vainas/planta	Granos/vaina	g/100 granos	Rendimiento (kg/ha)
120	5,8 a	5,2 a	70,3 b	1143 a
90	5,6 a	5,2 a	68,8 b	1061 a
60	4,0 b	4,5 b	81,5 a	793 b
<b>M D S</b>	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>	<b>5,3</b>	<b>129,7</b>

Medias con letras no comunes indican diferencia estadística según prueba de Tukey al nivel del 5%.



**Figura 11.** Precipitación diaria (mm) durante los meses de Julio y Agosto del 2005.

#### 4.2.2 Vainas por planta

El número de vainas por planta no se afecta por el tipo de tutor (artificial o cultivar), Tabla 14, es decir, que el maíz no afectó la producción de frijol, además, que el frijol Cargamanto tuvo buenas características que le permitieron, al sembrarlo en relevo con maíz, tener un buen comportamiento, puesto que este tiene un menor peso que otros cultivares, es tolerante a la sequía moderada y posee menor área foliar evitando enfermedades de la hoja, corroborando lo que menciona Rodríguez (2003), quien determinó que en sistemas de relevo conviene sembrar variedades de frijol que tengan buena dominancia apical que les permita subir por los tallos de maíz y desarrollar un mayor número de vainas por planta <sup>79</sup>.

El número de vainas por planta según la fecha relativa de siembra, Tabla 15, tuvo la misma tendencia que el número de granos por vaina, Tabla 15, en donde el mayor valor se observó en el frijol sembrado a los 120 y 90 dds. Lo anterior indica que la fecha relativa de siembra afectó el número de vainas por planta, porque la posible falta de agua, ya mencionada, afectó la floración, formación y llenado de vainas y por ende la producción del frijol <sup>80</sup>.

<sup>79</sup> RODRÍGUEZ, J.; ROJAS, C.; SALAS, C. Rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en sistemas agrícolas que aprovechan escurrimientos. <http://www.uaaan.mx/DirInv/Rdos2003/ingenieria/rendfrijol.pdf>

<sup>80</sup> REPÚBLICA DE COLOMBIA, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, FEDERACIÓN NACIONAL DE CEREALISTAS Y LEGUMINOSAS (FENALCE), SOCIEDAD DE AGRICULTORES DE COLOMBIA (SAC). Guía ambiental para los cultivos de los cereales y leguminosas, guía ambiental para el subsector. [http://www.minambiente.gov.co/prensa/publicaciones/guias\\_ambientales/3\\_sector\\_agricola\\_y\\_pecuario/22\\_guia\\_ambiental\\_para\\_el\\_subsector\\_cerealista.pdf](http://www.minambiente.gov.co/prensa/publicaciones/guias_ambientales/3_sector_agricola_y_pecuario/22_guia_ambiental_para_el_subsector_cerealista.pdf)

### 4.2.3 Peso de 100 granos

El tipo de tutorado no afectó la variable peso de 100 granos de frijol, Tabla 14, por tanto el maíz no ejerció competencia hacia el frijol, lo que muestra que el tutor artificial se puede reemplazar por los cultivares evaluados sin que se afecte negativamente la calidad del grano, por consiguiente no habría problemas para su comercialización.

La fecha de siembra del frijol afectó el peso del grano, al observarse que el frijol sembrado a los 60 dds fue mayor, Tabla 15. Así, la siembra temprana del frijol permitió alcanzar pesos por encima de lo reportado por Ríos y Quirós (2002), de 75 g/100 granos. Por lo tanto el efecto negativo que tuvo el clima en el frijol sembrado a los 60 dds se vio reflejado en la cantidad de vainas y granos por vaina pero no en el peso de los granos.

### 4.2.4 Rendimiento (kg/ha)

El análisis de varianza, mostró que la producción depende de la fecha relativa de siembra y del tutor, pero no hubo efecto de la interacción (Anexo H), así, la producción del frijol fue mayor cuando se usó como tutor el artificial y a su vez, ésta fue igual cuando se empleó como tutor al híbrido FNC-3054 a pesar de estar compitiendo con el maíz, Tabla 16, lo que demuestra que el híbrido no afecta de forma negativa al frijol, ratificando así que este cultivar se puede utilizar como su tutor. Las producciones observadas en este estudio llegaron a superar las encontradas por Castaño (2004), que reportó producciones de 600 a 900 kg/ha en sistema de producción frijol cargamanto relevo maíz <sup>81</sup>.

**Tabla 16.** Rendimiento medio del frijol expresado en kg/ha en función de los tutores.

Tutor	Rendimiento (kg/ha)
Artificial	1141 a
FNC-3054	985 ab
ICA V-305	973 b
REGIONAL	897 b
<b>Mínima Diferencia Significativa</b>	<b>129,7</b>

Medias con letras no comunes indican diferencia estadística según prueba de Tukey al nivel del 5%.

El frijol voluble necesita de un tutor y que mejor que usar uno vivo y productivo, aunque el arreglo con tutor artificial (testigo) para frijol tuvo buena producción, presentó problemas ya que además de ser costoso se vio afectado por su peso, lo que provocó que los materiales encargados de guiarlo colapsaran, además del

<sup>81</sup> CASTAÑO, C, p, Op. Cit, P. 3.



deterioro al que se expone por las condiciones climáticas. Como consecuencia de todo esto se hace necesario invertir jornales y nuevos materiales y esto finalmente va en detrimento de los ingresos netos al final de la cosecha.

Si se tiene en cuenta las labores que se deben realizar, el reemplazar el tutor artificial por el híbrido FNC-3054 traería las siguientes ventajas:

- No es necesario comprar material como fibras de polipropileno y varas para el tutorado ni jornales para su instalación que conduce a gastos hasta de 1.112.000 pesos, Tabla 17.
- No se requiere de jornales para guiar el fríjol en la estructura del tutor a medida que éste crece, ni reemplazar estructuras en mal estado.
- Es un tutor productivo que va a generar ingresos adicionales.
- No altera el ecosistema puesto que para el tutor artificial hay que usar material de origen vegetal como la caña brava.

**Tabla 17.** Costos de tutorado para fríjol voluble. 2004.

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario \$	Valor total \$
Tutorado y amarre	Jornal	16	12.000	192.000
Fibra de polipropileno	Rollos	20	6.000	120.000
Varas de caña brava	Unidad	2.000	400	800.000
<b>Total</b>				<b>1.112.000</b>

**Fuente:** Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquía <sup>82</sup>.

La producción de fríjol se vio afectada por la fecha relativa de siembra, se observaron diferencias a favor de 120 y 90 dds, respecto al sembrado a los 60 días después de la siembra del maíz. Castaño (2004), afirma que al sembrar el maíz en marzo, su madurez fisiológica ocurre entre 140 y 150 días después de su siembra; momento en el cual, estableciendo el fríjol se da la menor competencia entre las dos especies. Sin embargo, justo en esa época comienza el verano, por lo que no hay disponibilidad de agua para establecer la leguminosa <sup>83</sup>, por tanto las siembras tempranas a los 90 dds hacen que se pueda sembrar el fríjol sin riesgos por la falta de agua, haciendo que el sistema funcione, Tabla 15.

Si se tienen en cuenta la producción de fríjol en las diferentes fechas de siembra del mismo así como el tutor, se tiene que las mayores producciones medias se presentaron en los arreglos con tutor artificial y con el híbrido FNC-3054 a los 90 y

<sup>82</sup> GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA, SECRETARIA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Antioquía nueva, un lugar para la vida. Quinta plenaria de alcaldes, julio 15 del 2005.

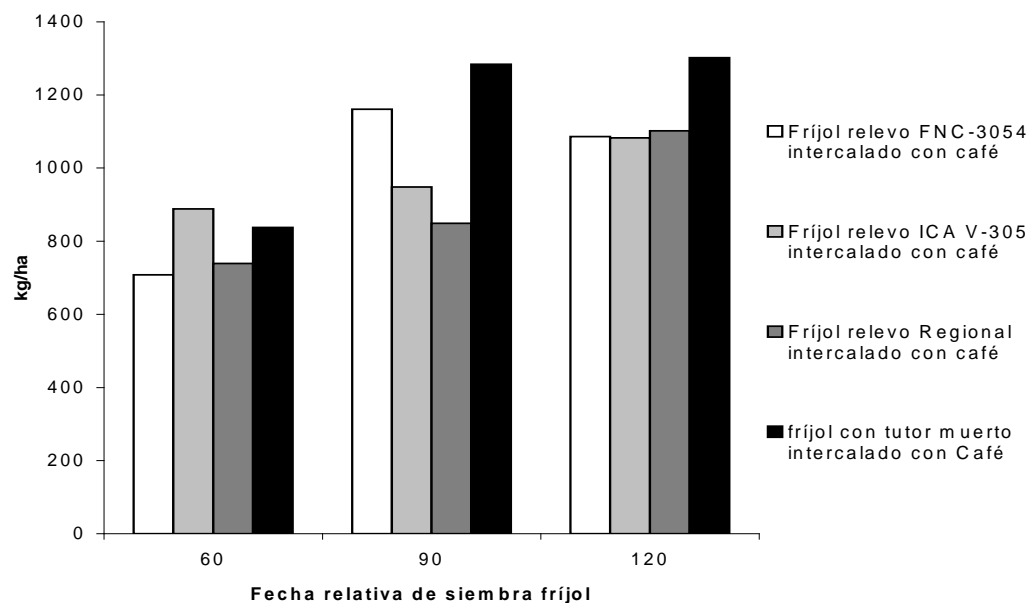
<sup>83</sup> CASTAÑO, C, p, Op. Cit, P. 2.

120 días después de la siembra del maíz, sin que se afecte ninguno de los dos cultivos, Tabla 18 y Figura 12. De lo anterior se concluye que para los caficultores, la mejor información de este estudio es que pueden reemplazar el tutor artificial, que se caracteriza por su alto costo, por un tutor productivo sin ir en detrimento de la producción y la calidad del frijol, sembrándolo un mes antes con relación a la fecha que usan actualmente, garantizando de esta forma mayor disponibilidad de agua durante el crecimiento vegetativo del frijol.

De otra parte, al usar un material mejorado de maíz de menor altura, no tienen necesidad de doblarlo después de su cosecha, y al sembrar el frijol un mes antes con relación al sistema tradicional, se corre menos riesgo de volcamiento de las plantas de maíz al tener menor grado de senescencia.

**Tabla 18.** Rendimiento medio de frijol expresado en kg/ha para todos los arreglos y fechas relativas de siembra.

<b>Arreglos interespecíficos</b>	<b>Rendimiento (kg/ha)</b>
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 dds)	708,3
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (90 dds)	1161,0
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (120 dds)	1086,3
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (60 dds)	888,8
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (90 dds)	948,3
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (120 dds)	1082,5
Fríjol relevo Regional intercalado con café (60 dds)	739,0
Fríjol relevo Regional intercalado con café (90 dds)	849,0
Fríjol relevo Regional intercalado con café (120 dds)	1102,0
Fríjol tutor artificial (60 dds)	837,5
Fríjol tutor artificial (90 dds)	1284,0
Fríjol tutor artificial (120 dds)	1301,8
<b>Media general</b>	<b>999,0</b>



**Figura 12.** Producción media de frijol expresada en kg/ha para todos los arreglos y fechas relativas de siembra.

## 4.3 CAFÉ

### 4.3.1 Longitud de los brotes (cm)

El análisis de varianza mostró que no hubo efecto de la interacción entre los tratamientos y los meses de evaluación para el crecimiento del café en cuanto a la longitud de los brotes seleccionados (Anexo J), lo que muestra que el café no se afecta negativamente con los cultivos intercalados, sino que por el contrario se presenta un posible beneficio, este resultado es similar al de Moreno *et al.* (1995), quienes al intercalar maíz con café no encontraron un efecto negativo sobre la producción del café intercalado con 45000 plantas/ha<sup>84</sup> de maíz. De la misma forma el frijol tampoco influyó negativamente en el crecimiento del café, resultados también observados por Moreno *et al.* (1995) y por Campos *et al.* (1995) quienes afirman que no se encontraron efectos negativos en la producción del café cuando se intercala frijol<sup>85, 86</sup>.

La media mensual a través del tiempo mostró que el café tuvo un buen comportamiento y en ningún mes de evaluación mostró un retraso en su crecimiento, las mayores alturas medias se observaron en el último mes de evaluación (Mayo) entre 64,2 y 73,7 cm, un año después de hecho el zoqueo, valores que se ubican en la media encontrada para un año de evaluación por Torres y Echeverry (1988), de 71,9 cm en un cultivo de café intercalado con Canavalia en zoca de variedad Caturra<sup>87</sup>, (Anexo A).

---

<sup>84</sup> MORENO B., A.M.; POSADA S., H.E.; MESTRE M., A. , Obtenga ingresos adicionales al intercalar maíz en siembras nuevas de café. Op. Cit, P. 1.

<sup>85</sup> MORENO B., A.M.; POSADA S., H.E.; MESTRE M., A. Obtenga ingresos adicionales al intercalar frijol en siembras nuevas de café, Op. Cit, P. 2.

<sup>86</sup> CAMPOS, A.M.; CENTENO, M.; BLANCO N., M. Efecto del asocio del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en el crecimiento y desarrollo del café (*Coffea arabica* L.). In: SIMPOSIO sobre Caficultura Latinoamericana, 16. Managua (Nicaragua), 25-29 Octubre, 1993. Ponencias. Tegucigalpa (Honduras), CONCAFE-IICA, 1995. V. 2. p. v.

<sup>87</sup> 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 (Colombia) 39(3):63-81. 1988.

La comparación que se hizo de los arreglos con los testigos absolutos y relativos, para la variable altura (cm), en general, mostró diferencias a favor de los arreglos frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 y 90 dds) frijol relevo regional intercalado con café (90 y 120 dds) respecto a café (o), ICA V-305 (o) y regional (o) en el periodo comprendido entre septiembre y diciembre, época en la cual el maíz llegó a la madurez fisiológica y el frijol empezó a producir, después de diciembre no se encontraron diferencias porque el efecto de los cultivos intercalados sobre el café disminuía, por tanto el sombrío transitorio aportado por el maíz y el frijol fue favorable para su crecimiento, (Anexo D), esto es corroborado por Vanegas y Polania (2002), quienes afirman que el maíz se puede considerar como un sombrío transitorio productivo del café. Los mismos autores observaron que este arreglo no presenta interacción negativa para ninguno de los dos cultivos, siempre y cuando se haga un manejo independiente conforme a las prácticas agronómicas de cada uno<sup>88</sup>.

#### 4.3.2 Número de cruces

El análisis de varianza mostró que el número de cruces de café no se afectó dentro de los arreglos por mes (Anexo J), así, el frijol y el maíz favorecen de alguna forma a que el café tenga mayor crecimiento en el arreglo que en unicultivo, por tanto, se demuestra una vez más que el café no se afecta negativamente. De esta forma, el café intercalado con frijol y maíz tuvo condiciones favorables para su crecimiento. Además, hay un aporte de nutrimentos del frijol, por la fijación de nitrógeno, ya que según Dueñas *et al.* (2001), el *Rhizobium* le permite al frijol fijar de la atmósfera hasta 60% de su requerimiento de nitrógeno, así, el café lo puede aprovechar mas adelante por su recuperación tardía, ayudándole a su desarrollo productivo<sup>89</sup>.

En los arreglos que tuvieron un tutor vivo, la formación media de cruces fue entre 0,2 y 0,7 cruces mayor que en café solo. Según Blanco (2000) citado por Blanco *et al.* (2003), un mayor número de cruces en la planta representa mayor material productivo a disposición para los próximos años<sup>90</sup>.

La media de cruces aumentó en el tiempo, al igual que la longitud de los brotes, presentándose los valores más altos en el mes de mayo (un año después del zoqueo), entre 10,3 y 12 cruces, (Anexo B). Por mes el número de nuevas cruces

---

<sup>88</sup> VANEGAS, H.; POLANIA, F.; , Op. Cit, P. 1.

<sup>89</sup> DUEÑAS, G.; MUÑIZ, O.; SÁNCHEZ, T.; GOMEZ, L.; ALVAREZ, H. Reciclaje de nitrógeno en una sucesión frijol-maíz-frijol en suelo ferralítico usando el Método Isotópico. Instituto de Investigaciones de la Agricultura Tropical "Alejandro Humboldt (INIFAT), Santiago de las Vegas, Habana, Cuba. Enero de 2001. p 1.

<sup>90</sup> BLANCO, M.; HAGGAR, J.; MORAGA, P.; MADRIZ, J.; PABON, G. Morfología del café (*Coffea arabica* L.), en lotes comerciales. Nicaragua, Agronomía Mesoamericana 14(1).2003. p 101.

estuvo entre 0,5 y 1,7 cruces, valores similares se presentaron en estudios realizados en Cenicafé (2000), con 11,5 cruces en un año y entre 0,5 y 1,1 cruces por mes.

Las comparaciones hechas para evaluar el número de cruces del café en los diferentes arreglos respecto a los testigos relativos y absoluto, en general, mostraron diferencias estadísticas a favor del arreglo frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 y 90 dds), frijol relevo regional intercalado con café (90 dds) en el periodo comprendido entre septiembre y diciembre respecto a café (o), tutor artificial (60 y 90 dds), FNC-3054 y regional (o) (Anexo E). El periodo mostrado anteriormente coincide con el encontrado para el caso de la altura del café, es decir, que una vez se disminuyó el efecto del frijol y el maíz en el mes de diciembre, cuando ya se había cosechado el maíz y se empezó la de frijol, el número de cruces no se afectó en los meses siguientes, por tanto una vez más se encuentra que ni el maíz ni el frijol tiene un efecto negativo sobre el crecimiento de la planta y específicamente sobre el número de cruces.

Al no haber efecto de los tratamientos en la formación de cruces, se puede sugerir que no hubo competencia al café, lo cual puede deberse a una adecuada nutrición de las plantas, lo cual en parte se puede explicar tanto 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 (1996), en estudios realizados con siembras de maíz en callejones con leguminosas en donde no hubo diferencias estadísticas en el rendimiento del maíz entre los callejones de leguminosas y el testigo fertilizado con nitrógeno en dosis de 75 kg de N/ha, demostró que el nitrógeno aportado al maíz por las leguminosas suple gran parte de los requerimientos del maíz <sup>91</sup>; también Palm (1995), afirma que el nitrógeno aportado por 4 toneladas de hojas de una leguminosa en un sistema agroforestal es suficiente para producir 2 toneladas de maíz <sup>92</sup>. Lo anterior, permite suponer que cuando se intercala una leguminosa con café, éste se puede beneficiar del nitrógeno que fija la leguminosa, Jiménez *et al* 2005, Al evaluar tres especies de leguminosas con potencial de uso para abonos verdes en café encontraron que se puede adicionar nutrimentos al suelo que son aprovechados posteriormente por el café, con la incorporación de (*Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea* y *Tephrosia candida*) que con tres cortes al año de estas plantas, pueden reciclarse potencialmente 238,1, 151,6 y 196,3 kg de N /ha respectivamente <sup>93</sup>.

---

<sup>91</sup> SÁNCHEZ, M. Cultivo en Callejones: Sistema Alternativo de Producción Sostenible en Zona de Ladera del Oriente Caldense. Corpoica Regional Nueve Creced. Magdalena Medio Caldense.1996.  
<http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/P-Sanchz.htm>

<sup>92</sup> PALM, C.A. Contribution of agroforestry trees to nutrient requirements of intercropped plants. *Agroforestry Systems* (Holanda) 30(1-2). 1995. p 105.

<sup>93</sup> JIMENEZ S., A.M.; FARFAN V., F.; MORALES L., C.S. Biomasa seca y contenido de nutrientes de /*Cajanus cajan*/, /*Crotalaria juncea*/ y /*Tephrosia candida*/, empleadas como abonos verdes en cafetales. *Cenicafé* (Colombia) 56(2). 2005. P 99.

### 4.3.3 Distancia entre nudos (cm)

La distancia entre nudos, no se afectó con el intercalamiento de maíz y frijol. Se puede decir que el café se favoreció por la combinación de factores físicos y el sistema de sombra, lo cual muestra que por lo menos no hubo competencia por luz.

La distancia media entre nudos aumentó en el tiempo, siendo congruente con el aumento en el número de cruces y la longitud de los brotes, (Anexo C). El crecimiento de los órganos vegetativos del cafeto ha sido frecuentemente asociado a la productividad económica, encontrándose altas correlaciones entre la producción de frutos y el crecimiento de las ramas laterales y nudos formados. En consecuencia, el conocimiento del crecimiento vegetativo de este cultivo en relación a la edad, es de gran importancia, para identificar el posible efecto causado por el intercalamiento de otros cultivos según Garriz y Vicuña (1986)<sup>94</sup>.

Al realizar las comparaciones para la distancia entre nudos de los arreglos frente a los testigos relativos y absoluto, se observó diferencias estadísticas para frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (120 dds), frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 y 90 dds), frijol relevo regional intercalado con café (90 dds) respecto a café (o), tutor artificial (60 y 90 dds) regional (o) y FNC-3054 (o) en el periodo comprendido entre septiembre y febrero, (Anexo F) pues al finalizar este periodo ya se había cosechado en su totalidad tanto el maíz como el frijol. Estos resultados se complementan con los observados en longitud de brotes y número de cruces en donde el café tuvo un buen crecimiento y no se vio afectado por los cultivos adicionales.

### 4.3.4 Número de nudos

La única diferencia estadística estuvo entre el tratamiento frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 dds) y el de frijol tutor artificial (120 dds), Tabla 6, la cual se puede explicar porque el frijol en tutor artificial se desarrolla mejor, por tanto se puede decir que hubo mayor sombreado con respecto al tratamiento mencionado y según Valencia (1998), la reducción en la luminosidad tiende a producir plantas más altas y menos diferenciadas por la disminución de carbohidratos y el aumento del contenido de agua<sup>95</sup>. Con base en lo anterior, se puede sugerir la conveniencia de reemplazar el tutorado artificial por el maíz híbrido, conforme a los resultados ya discutidos.

---

<sup>94</sup> 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* (Venezuela) 36(4-6). 1986. p 1.

<sup>95</sup> VALENCIA A., G. Manual de nutrición y fertilización del café. Quito (Ecuador), INPOFOS, 1998. p 61.

Al considerar que el número de nudos, es un componente importante en la producción de café, porque es ahí donde se desarrollan las inflorescencias y 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.* (2003) 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 <sup>96</sup>.

**Tabla 19.** Media del número de nudos de las ramas bajas de café de acuerdo al arreglo sembrado para todos los meses.

ARREGLOS	Nº NUDOS
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 dds)	9,1 a
ICA V-305 (o)	9,0 ab
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (90 dds)	9,0 ab
Regional (o)	9,0 ab
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (120 dds)	8,9 ab
FNC-3054 (o)	8,7 ab
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (90 dds)	8,5 ab
Café (o)	8,4 ab
Fríjol tutor artificial (90 dds)	8,4 ab
Fríjol tutor artificial (60 dds)	8,4 ab
Fríjol relevo Regional intercalado con café (60 dds)	8,4 ab
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (60 dds)	8,4 ab
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (120 dds)	8,2 ab
Fríjol relevo Regional intercalado con café (90 dds)	8,2 ab
Fríjol relevo Regional intercalado con café (120 dds)	7,9 ab
Fríjol tutor artificial (120 dds)	7,8 b
<b>Media general</b>	<b>8,51</b>

Medias con letras no comunes indican diferencia estadística según prueba de Tukey al nivel del 5%.

<sup>96</sup> BLANCO, M.; HAGGAR, J.; MORAGA, P.; MADRIZ, J.; PABON, G, Op. Cit., p 101.



Al comparar los arreglos con el café (o), (Anexo G), no hubo diferencias lo que indica que el café no se afectó negativamente en su crecimiento. Esto junto con el buen comportamiento del maíz y el frijol muestran que estos sistemas de producción son factibles en términos agronómicos y económicos; tanto porque no se espera que se afecte la producción de café como por los ingresos que se obtienen del maíz y del frijol.

## 5. CONCLUSIONES

- El sistema de producción frijol relevo maíz, se puede intercalar en zocas de café, sin que se afecte el crecimiento del café durante el primer año de establecimiento con la ventaja adicional de obtener ingresos adicionales siempre y cuando se hagan las prácticas agronómicas que necesita cada cultivo de forma independiente.
- Los cultivares de maíz no mejorados (tradicionales) que el agricultor suele emplear como tutor para el frijol de crecimiento indeterminado se pueden sustituir por cultivares mejorados.
- Las mejores producciones de frijol y de maíz se alcanzaron en el arreglo frijol relevo maíz intercalado con café con el híbrido FNC-3054, siendo la mejor fecha relativa de siembra a los 90 días, sin que ninguno de los dos cultivos se afecten negativamente.
- Al considerar el buen desempeño que tuvo el híbrido FNC-3054 como tutor y su buen rendimiento, este cultivar puede sustituir a los materiales no mejorados que generalmente usan los agricultores para tal fin.
- La factibilidad del arreglo con frijol se relaciona con la duración de su ciclo, su adaptabilidad a diferentes arreglos espaciales, la posibilidad de enredarse permitiendo una mejor aireación y el beneficio que puede brindar al cultivo asociado en términos de la protección contra patógenos.

## **6. RECOMENDACIONES**

Se considera conveniente hacer este estudio con siembras nuevas de café.

Aunque no hubo efectos del sistema de producción frijol voluble relevo maíz intercalado con zocas de café, se considera importante conocer los posibles efectos sobre la producción de café, en por lo menos las dos primeras cosechas.

Es importante que el caficultor tenga en cuenta que con éste sistema tiene la posibilidad de obtener dos fuentes de ingreso adicionales mientras que el café entra en producción, para una misma área de terreno.

## BIBLIOGRAFÍA

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

CAMPOS, A.M.; CENTENO, M.; BLANCO N., M. Efecto del asocio del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en el crecimiento y desarrollo del café (*Coffea arabica* L.). In: SIMPOSIO sobre Caficultura Latinoamericana, 16. Managua (Nicaragua), 25-29 Octubre, 1993. Ponencias. Tegucigalpa (Honduras), CONCAFE-IICA, 1995. V. 2. p. v.

CASTAÑO, C. Anotaciones sobre el relevo frijol - maíz en la zona cafetera. FENALCE. Leguminosas. Medellín (Colombia), 2004. 10 p.

CASTAÑO, C.; OSPINA, J.; PELUHA, C.; ECHAVARRIA, D.; GUZMAN, G. Informe final del proyecto capacitación en producción de frijol con tecnologías más limpias. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas. FENALCE. Urrao (Colombia), 2003. 108 p.

CONTRERAS J., A. Frijol intercalado con café en crecimiento en teocelo,. In: SIMPOSIO sobre caficultura latinoamericana, 16. Managua (Nicaragua), 25-29 Octubre, 1993. Ponencias. Tegucigalpa (Honduras), CONCAFE - IICA, 1995. V. 2. p. v.

CORPORACION COLOMBIA INTERNACIONAL - CCI. BOGOTA. COLOMBIA. Frijol. Inteligencia de Mercados; Perfil de Producto (Colombia) No. 8: 1 - 12. 2000.

DAVIS J., H.C.; SMITHSON, J. B.; Principles of Intercropping with Beans. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. Cali (Colombia). 1986. 40p.

DUEÑAS, G.; MUÑIZ, O.; SÁNCHEZ, T.; GOMEZ, L.; ALVAREZ, H. Reciclaje de nitrógeno en una sucesión frijol-maíz-frijol en suelo ferralítico usando el Método Isotópico. Instituto de Investigaciones de la Agricultura Tropical "Alejandro Humboldt (INIFAT), Santiago de las Vegas, Habana, Cuba. Enero de 2001.

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA – FNC. BOGOTA. COLOMBIA.; COMITE DE CAFETEROS DEL QUINDIO. ARMENIA. COLOMBIA. Café. Armenia (Colombia), comité de cafeteros del Quindío, 2001. 227 p.

FEDERACION NACIONAL DE CULTIVADORES DE CEREALES Y LEGUMINOSAS – FENALCE. La producción nacional de cereales. Reunión del Subcomité Técnico de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia - FNC. Pereira (Colombia), Febrero 11. 2005. 56 p.

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* (Venezuela) 36(4-6):77-88. 1986.

GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA, SECRETARIA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Antioquía nueva, un lugar para la vida. Quinta plenaria de alcaldes, julio 15 del 2005.

HARPER, J.L. Population biology of plants. Londres (Inglaterra), Academic press, 1977. 892 p.

Harvest index: a review of its use in plant breeding and crop physiology. *Ann. Appl. Biol.*, R.K.M. 1995. 126: 197-216.

JANA A., C, BARRIGA B., P, KRARUP H., A *et al.* Eficiencia de la asociación maíz (*Zea mays*. l) y frejol (*phaseolus vulgaris*. l). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile Casilla 567, Valdivia, Chile. *Agro sur* v.28 n.1 Valdivia ene. 2000. pp. 71-80.

JIMENEZ S., A.M.; FARFAN V., F.; MORALES L., C.S. Biomasa seca y contenido de nutrientes de /*Cajanus cajan*/, /*Crotalaria juncea*/ y /*Tephrosia candida*/, empleadas como abonos verdes en cafetales. *Cenicafé* (Colombia) 56(2):93-109. 2005.

LIEBMAN, M.; Sistemas de policultivos. Extraído de *Agroecología: Bases Científicas para una Agricultura Sustentable*, sistemas alternativos de producción, Miguel Altieri, Capítulo 9, Montevideo, septiembre 1999.191-202 p.

LIGARRETO M., G.A. Sistemas de siembra del cultivo del frijol en Colombia. *Revista ICA* ( Colombia) 26(3-4): 225-234. 1991.

LOPEZ R., J.A.; DUQUE C., C.M.; ARBOLEDA M., M. Comportamiento de los híbridos de maíz Dekalb 888 y Dekalb 777 en la zona cafetera central. *Avances Técnicos Cenicafé* (Colombia) No. 318: 1-8. 2003.

MARCANO, J.; PAREDES, F.; El cultivo de yuca asociado con maíz y frijol: alternativa de producción para pequeños productores. Investigadores CIAE Yaracuy. Pastor Segovia: Técnico asociado a la investigación CIAE Yaracuy. <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fdivul.html>

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 (Filipinas)* 18(2):1-6. 1993.

MORENO B., A. M. Estudio de la asociación entre Maíz (*Zea maíz* L), Ñame (*Discorea alata* L.) y Yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Bogotá (Colombia), Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía, 1988. 140 p. Tesis M. Sc.

MORENO B., A.M.; POSADA S., H.E.; MESTRE M., A. Obtenga ingresos adicionales al intercalar frijol en siembras nuevas de café. *Avances Técnicos Cenicafé (Colombia)* No. 219: 1-4. 1995.

MORENO B., A.M.; POSADA S., H.E.; MESTRE M., A. Obtenga ingresos adicionales al intercalar maíz en siembras nuevas de café. *Avances Técnicos Cenicafé (Colombia)* No. 220: 1-4. 1995.

MORGADO, L.B.; WILLEY, R.W. Effects of plant population and nitrogen fertilizer on yield and efficiency of maize-bean intercropping. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira (Brasil)* 38(11):1257-1264. 2003.

PALM, C.A. Contribution of agroforestry trees to nutrient requirements of intercropped plants. *Agroforestry Systems (Holanda)* 30(1-2):105-124. 1995.

REPÚBLICA DE COLOMBIA, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, FEDERACIÓN NACIONAL DE CEREALISTAS Y LEGUMINOSAS (FENALCE), SOCIEDAD DE AGRICULTORES DE COLOMBIA (SAC). Guía ambiental para los cultivos de los cereales y leguminosas, guía ambiental para el subsector. [http://www.minambiente.gov.co/prensa/publicaciones/guias\\_ambientales/3\\_sector\\_agricola\\_y\\_pecuario/22\\_guia\\_ambiental\\_para\\_el\\_subsector\\_cerealista.pdf](http://www.minambiente.gov.co/prensa/publicaciones/guias_ambientales/3_sector_agricola_y_pecuario/22_guia_ambiental_para_el_subsector_cerealista.pdf)

RIOS, G.; GALLEGU, J.; PEREIRA, O.; Sistema frijol arbustivo intercalado con café. Ministerio de Agricultura. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. CORPOICA, Regional – 9. Sistemas de producción de frijol en zonas de influencia cafetera. *Manizales (Colombia)*, 1994. 5- 17 p.

RIOS B., M.J.; QUIROS D., J.E. EL frijol (*Phaseolus vulgaris*. L): cultivo, beneficio y variedades. *Publicación Técnica*. Medellín (Colombia), FENALCE, 2002. 193 p.

RIVERA J., A. Sistemas de cultivo maíz frijol mejoramiento y practicas agronómicas. In: CURSO INTERNACIONAL SOBRE CULTIVO DE FRÍJOL EN ZONA DE LADERA DE LA REGION ANDINA-PROYECTO DE FRÍJOL PARA LA ZONA ANDINA, PROFRIZA, NOV 1992- Rionegro (Antioquía).

SÁNCHEZ, M. Cultivo en Callejones: Sistema Alternativo de Producción Sostenible en Zona de Ladera del Oriente Caldense. Corpoica Regional Nueve Creced. Magdalena Medio Caldense.1996.

<http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/P-Sanchz.htm>

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 (Colombia) 39(3):63-81. 1988.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Consumer and marketing service grain division. Official Grain Standard of the United States, EE. UU. 1970. pp. 2- 8

URIBE, C. El frijol, nutritivo, sano, barato, y sabroso. Artículo PROFESOR YARUMO. 2005.

VALENCIA A., G. Manual de nutrición y fertilización del café. Quito (Ecuador), INPOFOS, 1998. 61 p.

VANDERMEER, J. The ecology of intercropping. Cambridge (Inglaterra), Cambridge University press, 1989. 237 p.

VANEGAS, H.; POLANIA, F.; El maíz: una opción tecnológica y económicamente viable dentro del programa de renovación de cafetales para una productividad sostenible. Federación nacional de Cultivadores de Cereales. FENALCE. Boletín Informativo de la Subgerencia Técnica. TECNI-FENALCE. No. 3, Marzo 2002.

VANEGAS, H .; POLANÍA, F.; NARRO, L.; SALAZAR, F.; MORENO, A .; URIBE, C. Primeros híbridos colombianos de maíz blanco para la zona cafetera. In: Simposio internacional de maíz, número. Pereira (Colombia), 17 Junio, 2006.

<http://www.barrameda.com.ar/ecologia/ecosistem.htm>

CAPITULO VII\_Prácticas fitotécnicas y complementarias de bajos insumos.  
[http://www.geocities.com/arsocorro/agricola/capituloVII\\_practicas.htm](http://www.geocities.com/arsocorro/agricola/capituloVII_practicas.htm)

CASTAÑEDA, F.; El cultivo del frijol, Diagnostico.

<http://juce.galeon.com/ats/fcastaneda.htm>

[http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-88022000000100006&lng=es&nrm=iso>.%20ISSN%200304-8802](http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-88022000000100006&lng=es&nrm=iso>.%20ISSN%200304-8802).

Asociación de Cultivos.

[http://www.urueco.org.uy/menu/manejo\\_agro/asoc\\_de\\_cultivos.htm](http://www.urueco.org.uy/menu/manejo_agro/asoc_de_cultivos.htm)

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). Cultivation of Climbing Beans. Scientific Contact: Eliaineny Minja. 2003  
[http://www.ciat.cgiar.org/africa/pdf/leaflet\\_climbing\\_beans.pdf](http://www.ciat.cgiar.org/africa/pdf/leaflet_climbing_beans.pdf)  
FEDERACION NACIONAL DE CULTIVADORES DE CEREALES Y LEGUMINOSAS–FENALCE. <http://www.fenalce.org/seccion.php?pagact=pag37>

Departamento de Nariño, Secretaría de Agricultura:  
<http://www.gobernar.gov.co/secretarias/novedades/anual29.xls>



**ANEXOS**

**Anexo A.** Longitud media de brotes del café por arreglo para cada uno de los meses en estudio.

ARREGLO	LONGITUD DE BROTES								
	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (60 dds)	11,9	21,1	28,0	34,7	41,2	46,1	56,3	62,7	69,3
Frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (90 dds)	11,4	20,5	29,6	36,6	42,9	48,1	58,8	65,3	72,3
Frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (120 dds)	12,1	21,3	30,7	37,4	44,7	49,6	59,9	66,8	73,7
<b>ICA V-305 (o)</b>	<b>10,0</b>	<b>18,4</b>	<b>28,2</b>	<b>35,9</b>	<b>41,5</b>	<b>46,6</b>	<b>56,6</b>	<b>63,3</b>	<b>70,2</b>
Frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 dds)	13,4	24,2	31,3	38,2	43,7	49,3	59,3	65,6	72,4
Frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (90 dds)	10,0	17,0	23,1	29,3	36,8	41,2	51,0	57,2	64,2
Frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (120 dds)	12,5	20,2	26,9	33,3	38,9	43,7	53,5	59,8	66,4
<b>FNC-3054 (o)</b>	<b>12,3</b>	<b>21,5</b>	<b>28,2</b>	<b>35,1</b>	<b>41,6</b>	<b>46,8</b>	<b>56,7</b>	<b>63,0</b>	<b>70,1</b>
Frijol relevo Regional intercalado con café (60 dds)	10,8	19,0	28,7	36,0	43,0	48,6	58,6	65,0	71,9
Frijol relevo Regional intercalado con café (90 dds)	13,6	23,8	30,4	37,4	43,6	48,6	58,9	65,5	72,2
Frijol relevo Regional intercalado con café (120 dds)	13,5	22,9	29,3	36,0	43,1	47,7	58,1	64,6	71,5
<b>Regional (o)</b>	<b>11,1</b>	<b>19,4</b>	<b>29,1</b>	<b>36,0</b>	<b>42,4</b>	<b>47,5</b>	<b>57,4</b>	<b>63,9</b>	<b>70,7</b>
Frijol tutor artificial (60 dds)	11,2	20,4	28,2	35,3	41,6	46,4	56,2	63,1	70,1
Frijol tutor artificial (90 dds)	11,4	19,9	26,0	32,4	38,3	43,4	53,2	59,7	66,4
Frijol tutor artificial (120 dds)	10,7	19,6	26,7	33,7	40,3	45,2	55,4	62,1	69,0
<b>Café (o)</b>	<b>9,2</b>	<b>18,4</b>	<b>25,7</b>	<b>32,7</b>	<b>39,4</b>	<b>43,7</b>	<b>54,2</b>	<b>60,7</b>	<b>67,6</b>

**Anexo B.** Número de cruces medio de café de acuerdo al arreglo sembrado para cada mes.

ARREGLO	NÚMERO DE CRUCES								
	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (60 dds)	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 dds)	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 dds)	2,5	3,8	4,5	5,3	6,5	7,3	8,8	10,3	12,0
<b>ICA V-305 (o)</b>	<b>2,1</b>	<b>3,2</b>	<b>4,2</b>	<b>5,0</b>	<b>6,1</b>	<b>7,1</b>	<b>8,4</b>	<b>9,8</b>	<b>11,5</b>
Frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 dds)	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 dds)	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 dds)	2,4	3,4	4,0	4,6	5,7	6,7	7,8	9,2	10,6
<b>FNC-3054 (o)</b>	<b>2,3</b>	<b>3,5</b>	<b>4,1</b>	<b>5,0</b>	<b>6,1</b>	<b>7,1</b>	<b>8,3</b>	<b>9,8</b>	<b>11,2</b>
Frijol relevo Regional intercalado con café (60 dds)	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 dds)	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 dds)	2,5	3,4	4,1	5,0	5,9	7,0	8,1	9,7	11,3
<b>Regional (o)</b>	<b>2,3</b>	<b>3,5</b>	<b>4,3</b>	<b>5,1</b>	<b>6,1</b>	<b>7,1</b>	<b>8,5</b>	<b>9,8</b>	<b>11,2</b>
Frijol tutor artificial (60 dds)	2,2	3,4	4,1	5,0	5,9	7,0	8,0	9,5	11,1
Frijol tutor artificial (90 dds)	2,1	3,0	3,8	4,7	5,9	6,8	8,0	9,5	10,9
Frijol tutor artificial (120 dds)	2,1	3,1	3,9	4,9	5,9	7,0	8,2	9,8	11,3
<b>Café (o)</b>	<b>2,0</b>	<b>3,1</b>	<b>3,9</b>	<b>4,8</b>	<b>5,9</b>	<b>6,9</b>	<b>8,0</b>	<b>9,7</b>	<b>11,0</b>

**Anexo C.** Distancia media entre nudos de café de acuerdo al arreglo para cada uno de los meses .

ARREGLO	DISTANCIA ENTRE NUDOS								
	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (60 dds)	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 dds)	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 dds)	3,6	5,1	4,9	5,7	6,5	6,8	7,8	8,0	8,8
<b>ICA V-305 (o)</b>	<b>3,1</b>	<b>4,4</b>	<b>4,5</b>	<b>5,2</b>	<b>5,9</b>	<b>6,1</b>	<b>7,1</b>	<b>7,4</b>	<b>8,1</b>
Frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 dds)	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 dds)	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 dds)	3,5	4,6	4,4	5,2	5,6	5,9	7,0	7,1	7,8
<b>FNC-3054 (o)</b>	<b>3,4</b>	<b>4,6</b>	<b>4,7</b>	<b>5,3</b>	<b>5,8</b>	<b>5,9</b>	<b>7,0</b>	<b>7,3</b>	<b>8,0</b>
Frijol relevo Regional intercalado con café (60 dds)	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 dds)	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 dds)	3,6	4,7	4,7	5,6	6,0	6,2	7,3	7,5	8,2
<b>Regional (o)</b>	<b>3,4</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>5,5</b>	<b>6,1</b>	<b>6,4</b>	<b>7,4</b>	<b>7,5</b>	<b>8,3</b>
Frijol tutor artificial (60 dds)	3,1	4,7	5,0	5,5	5,8	5,9	7,0	7,2	7,8
Frijol tutor artificial (90 dds)	3,1	4,3	4,3	5,0	5,6	5,9	7,0	7,3	8,0
Frijol tutor artificial (120 dds)	3,0	4,5	4,4	5,1	5,9	6,0	7,1	7,5	8,2
<b>Café (o)</b>	<b>2,8</b>	<b>4,3</b>	<b>4,1</b>	<b>5,0</b>	<b>5,9</b>	<b>5,9</b>	<b>7,0</b>	<b>7,1</b>	<b>7,9</b>

**Anexo D .** Matriz de comparaciones de la altura de la planta de café para los arreglos y los testigos en los meses donde se observaron diferencias.

ARREGLOS	Septiembre	Octubre		Noviembre	Diciembre	
	CAFÉ (o)	CAFÉ (o)	ICAV-305 (o)	REGIONAL (o)	ICAV-305 (o)	REGIONAL (o)
Frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (60 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (90 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (120 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ICA V-305 (o)	ns	ns	-	ns	-	ns
Frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 dds)	*	*	*	ns	ns	ns
Frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (90 dds)	ns	ns	ns	*	*	*
Frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (120 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
FNC-3054 (o)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Frijol relevo Regional intercalado con café (60 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Frijol relevo Regional intercalado con café (90 dds)	*	*	ns	ns	ns	ns
Frijol relevo Regional intercalado con café (120 dds)	*	ns	ns	ns	ns	ns
Regional (o)	ns	ns	ns	-	ns	-
Frijol tutor artificial (60 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Frijol tutor artificial (90 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Frijol tutor artificial (120 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Café (o)	-	-	ns	ns	ns	ns

ns: Diferencias no significativas \* : Diferencias significativas 0,05.

**Anexo E.** Matriz de comparaciones del número de cruces de café para los arreglos y los testigos en los meses donde se observaron diferencias.

ARREGLOS	Septiembre	Octubre			Noviembre	Diciembre
	CAFÉ (o)	TUTOR ARTIFICIAL (60dds)	TUTOR ARTIFICIAL (90dds)	FNC-3054 (o)	REGIONAL (o)	REGIONAL (o)
Frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (60 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (90 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Frijol relevo ICA V-305 intercalado con café (120 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ICA V-305 (o)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 dds)	ns	ns	*	ns	ns	ns
Frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (90 dds)	ns	*	ns	*	*	*
Frijol relevo FNC-3054 intercalado con café (120 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
FNC-3054 (o)	ns	ns	ns	-	ns	ns
Frijol relevo Regional intercalado con café (60 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Frijol relevo Regional intercalado con café (90 dds)	*	ns	*	ns	ns	ns
Frijol relevo Regional intercalado con café (120 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Regional (o)	ns	ns	ns	ns	-	-
Frijol tutor artificial (60 dds)	ns	-	ns	ns	ns	ns
Frijol tutor artificial (90 dds)	ns	ns	-	ns	ns	ns
Frijol tutor artificial (120 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Café (o)	-	-	ns	ns	ns	ns

ns: Diferencias no significativas \*: Diferencias significativas 0,05.

**Anexo F.** Matriz de comparaciones de la distancia entre nudos de café para los arreglos y los testigos en los meses donde se observaron diferencias.

ARREGLOS	Septiembre	Octubre	Diciembre	Enero	Febrero			
	CAFÉ (o)	TUTOR ARTIFICIAL (90dds)	REGIONAL (o)	TUTOR ARTIFICIAL (90dds)	CAFÉ (o)	TUTOR ARTIFICIAL (60dds)	FNC-3054 (o)	REGIONAL (o)
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (60 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (90 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (120 dds)	ns	ns	ns	*	*	*	*	ns
ICA V-305 (o)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 dds)	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (90 dds)	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (120 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
FNC-3054 (o)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns
Fríjol relevo Regional intercalado con café (60 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fríjol relevo Regional intercalado con café (90 dds)	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fríjol relevo Regional intercalado con café (120 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Regional (o)	ns	ns	-	-	ns	ns	ns	-
Fríjol tutor artificial (60 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns
Fríjol tutor artificial (90 dds)	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fríjol tutor artificial (120 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Café (o)	-	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns

ns: Diferencias no significativas \*: Diferencias significativas 0,05.

**Anexo G.** Matriz de comparaciones del número de nudos de café para los arreglos y los testigos en donde se observaron diferencias.

ARREGLOS	CAFÉ (o)	TUTOR ARTIFICIAL (60dds)	TUTOR ARTIFICIAL (90dds)	TUTOR ARTIFICIAL (120dds)	ICAV-305 (o)	FNC-3054 (o)	REGIONAL (o)
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (60 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (90 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fríjol relevo ICA V-305 intercalado con café (120 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ICA V-305 (o)	ns	ns	ns	*	-	ns	ns
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (60 dds)	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (90 dds)	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
Fríjol relevo FNC-3054 intercalado con café (120 dds)	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
FNC-3054 (o)	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns
Fríjol relevo Regional intercalado con café (60 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fríjol relevo Regional intercalado con café (90 dds)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fríjol relevo Regional intercalado con café (120 dds)	ns	ns	ns	ns	*	ns	*
Regional (o)	ns	ns	ns	*	ns	ns	-
Fríjol tutor artificial (60 dds)	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns
Fríjol tutor artificial (90 dds)	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns
Fríjol tutor artificial (120 dds)	ns	ns	ns	-	*	ns	*
Café (o)	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns: Diferencias no significativas \*: Diferencias significativas 0,05.



**Anexo H.** Cuadros medios para las variables, Vainas/Planta, Granos/Vaina, Peso de 100 granos y Rendimiento (kg/ha), del análisis de varianza de frijol.

Fuentes de variación	gl	Vainas/Planta		Granos/Vaina		Peso 100 granos		Rendimiento(kg/ha)	
		CM	P > F	CM	P > F	CM	P > F	CM	P > F
Bloques	3	0,42138889	0,6374	0,09583333	0,3777	83,337431	0,0987	40164,521	0,1671
Cultivares de maíz (A)	3	0,50305556	0,5689	0,28250000	0,0384	45,151319	0,3145	126074,021	0,0031
Épocas siembra frijol (B)	2	16,33937500	<,0001	2,40770833	<,0001	773,936875	<,0001	534748,771	<,0001
A x B	6	0,51159722	0,6557	0,31270833	0,3591	33,736319	0,4940	51892,604	0,0559
Error	33	0,73669192		0,09007576		36,718188		22362,733	

**Anexo I.** Cuadros medios para la variable, Rendimiento (kg/ha), del análisis de varianza de maíz.

Fuentes de variación	gl	Rendimiento (kg/ha)	
		CM	P > F
Bloques	3	700896,03	0.0451
Cultivares de maíz (A)	2	18688531,19	<.0001
Épocas siembra frijol (B)	2	1627942,03	0,0035
A x B	4	704136.15	0,0333
Error	24	225225,47	

**Anexo J.** Cuadros medios para las variables, Altura de brotes, Número de cruces y Distancia entre nudos, del análisis de varianza de café.

Fuentes de variación	gl	Altura de brotes		Número de cruces		Distancia entre nudos	
		CM	P > F	CM	P > F	CM	P > F
Bloques	3	2068,254	<,0001	70,37457	<,0001	29,14829	<,0001
Mes (A)	8	393667,102	<,0001	9067,92337	<,0001	2413,07197	<,0001
Tratamientos (B)	15	2494,070	<,0001	40,54372	<,0001	41,59071	<,0001
A x B	120	52,520	1,0000	1,04686	1,0000	1,70860	1,0000
Error	9215	183,237		3,8570		3,46654	

