

ZAMORANO  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Efecto del arreglo espacial en el rendimiento de tres variedades de frijol  
rojo (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Proyecto de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado  
Académico de Licenciatura.

Presentado por:

**Kamil Heberto Rosales Rodriguez**

**Honduras**  
Diciembre, 2003

**Efecto del arreglo espacial en el rendimiento de tres variedades de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Presentado por:

Kamil Heberto Rosales Rodriguez

Aprobada:

---

Pablo E. Paz, Ph.D.  
Asesor Principal

---

Alfredo Rueda, Ph.D.  
Coordinador de Area Temática

---

Juan C. Rosas, Ph.D.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph.D.  
Decano Académico

---

Jorge Iván Restrepo, M.B.A  
Coordinador de la carrera de  
Ciencia y producción Agropecuaria

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor

---

Kamil Heberto Rosales Rodriguez

Honduras  
Diciembre, 2003

## RESUMEN

Rosales Rodriguez, Kamil Heberto. 2003. Efecto del arreglo espacial en el rendimiento de tres variedades de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris* L.). Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 19 p.

El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) es de gran importancia a nivel mundial y en Centroamérica. Este estudio fue realizado con el propósito de determinar el efecto de los arreglos espaciales de una población uniforme sobre el rendimiento de grano y otras características agronómicas de tres variedades mejoradas de frijol rojo (Tío Canela 75, Amadeus-77 y Carrizalito). Para este experimento se usó un arreglo factorial de 3 × 4 en un diseño estadístico en bloques completamente al azar (BCA) con cuatro repeticiones, en unidades experimentales de 3 × 6 m. Bajo una misma población de 200,000 plantas/ha se probaron cuatro arreglos espaciales (60 × 8.5 cm; 50 × 10 cm; 40 × 12.5 cm y 30 × 16.5 cm). Este ensayo se realizó en el Valle del Zamorano, Francisco Morazán, a 30 km Sur Oeste de Tegucigalpa, Honduras. Los datos se analizaron con un ANDEVA y separación de medias SNK, con un nivel de significancia de ( $P \leq 0.1$ ). Las variables fenológicas de altura de planta y días a madurez fisiológica mostraron diferencias significativas por efecto de los factores simples y sus interacciones (VAR × DIST), respectivamente. Las variables revelaron diferencias significativas por efectos simples en rendimiento, días a floración (arreglo espacial); peso de 100 semillas, altura de planta (varietal), y número de granos por vaina, días a madurez fisiológica (interacción). Las diferencias encontradas se deben a la respuesta genética de cada variedad; sin embargo, las diferencias debidas a los arreglos espaciales pudieron ser afectadas por las condiciones inadecuadas en que se desarrolló el ensayo.

Palabras clave: Distancia entre hileras, etapas fenológicas, frijol, rendimientos variedades mejoradas.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Contenido.....	viii
Índice de cuadros.....	x
Índice de anexos .....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
Importancia del frijol.....	1
Distribución mundial.....	1
Etapas de desarrollo.....	1
Hábitos de crecimiento .....	2
Factores que limitan la producción .....	3
Arreglo espacial.....	4
Objetivos.....	5
MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
Localidad.....	6
Variedades.....	6
Arreglo espacial .....	7
MANEJO AGRONÓMICO.....	7
Preparación del suelo.....	7
Siembra .....	7
Fertilización.....	7
Control de malezas .....	7
Control de plagas.....	7
Cosecha.....	7

VARIABLES A MEDIR .....	8
Fenológicas.....	8
Días a floración.....	8
Altura de planta.....	8
Madurez fisiológica.....	8
Rendimientos y componentes.....	8
Vainas por planta.....	8
Granos por vainas.....	8
Peso de 100 semillas.....	8
Rendimiento.....	8
DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	8
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
Variables fenológicas.....	9
Rendimiento y componentes.....	12
CONCLUSIONES.....	15
RECOMENDACIONES.....	16
BIBLIOGRAFÍA.....	17
ANEXOS.....	19

## ÍNDICE DE CUADROS

1.	Características generales promedio de tres variedades de frijol rojo.....	6
2.	Efectos de las variedades y distanciamiento sobre las variables fenológicas de frijol. Zamorano, Honduras, 2003.....	9
3.	Altura de planta en tres variedades de frijol. Zamorano, Honduras, 2003.....	10
4.	Días a floración bajo el efecto del arreglo espacial. Zamorano, Honduras, 2003.....	11
5.	Días a madurez fisiológica de tres variedades de frijol y distanciamientos. Zamorano, Honduras, 2003.....	11
6.	Efecto de las variedades y distanciamientos sobre el rendimiento y sus componentes. Zamorano, Honduras, 2003.....	12
7.	Efectos de los arreglos espaciales sobre los rendimientos. Zamorano, Honduras, 2003.....	13
8.	Efecto de la interacción variedad y distanciamiento sobre el numero de grano por vaina. Zamorano, Honduras, 2003.....	14
9.	Peso de 100 granos en tres variedades de frijol. Zamorano, Honduras, 2003.....	14

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Análisis de suelo de la chorrera de San Nicolás, Cuadrante 2.....	19
2.	Nivel de significancia para todas las variables.....	19

## INTRODUCCIÓN

La especie *Phaseolus vulgaris* o frijol común es originaria del área mesoamericana ya que en estos países se encuentra una gran diversidad de variedades tanto en forma silvestre como en forma cultivada (Voyses, 1983).

El frijol, es un cultivo de gran importancia a escala mundial y especialmente en Centroamérica, ya que es considerado una de las principales fuentes de proteína y calorías en la dieta tradicional de la región (Voyses, 1983).

En Honduras, el frijol ocupa el segundo lugar después del maíz en superficie sembrada como en la cantidad que es consumida por la población. El frijol se cultiva a nivel nacional variando, el área de siembra, los rendimientos y las tecnologías de manejo de una región a otra (DICTA, 1998).

En los últimos seis años el área anual cultivada en Honduras aumentó a 113, 789 hectáreas, generándose una producción de 83,188 TM y un rendimiento promedio de 732 kg/ha (DICTA, 1998).

El ciclo del frijol se divide en dos fases; vegetativas y reproductivas (Rosas, 1998). La fase vegetativa se inicia cuando se le proporciona a las semillas las condiciones para iniciar la germinación y termina cuando aparecen los primeros botones florales en las variedades de crecimiento determinado, o los primeros racimos en las variedades de hábito de crecimiento indeterminado. En esta fase se desarrolla la estructura vegetativa necesaria para iniciar la actividad reproductiva. En la fase vegetativa, el desarrollo de los meristemas terminales del tallo y de las ramas produce nudos (Rosas, 1998).

La fase reproductiva está comprendida entre el momento de la aparición de los botones florales o los racimos y la madurez de la cosecha. En las plantas de hábito de crecimiento indeterminado continua la aparición de estructuras vegetativas cuando termina la denominada fase vegetativa, lo cual hace posible que una planta esté produciendo simultáneamente hojas, ramas, tallos, flores y vainas (Rosas, 1998).

Según Rosas (1998), los hábitos de crecimiento son: Tipo I, determinado arbustivo; Tipo II, indeterminado arbustivo; Tipo III, indeterminado postrado y Tipo IV indeterminado trepador. Para este ensayo, la variedad Amadeus-77, Tío Canela 75 son de tipo II indeterminado y Carrizalito es de tipo III erecto.

En función del tipo de variedad utilizada el manejo puede variar ya que según el crecimiento y la agresividad del cultivo, se va a retrasar o adelantar el control de malezas y la facilidad de labores como la cosecha (Rosas, 1998).

Según el CIAT (1996), la mayoría de las zonas productoras de frijol en América Latina están localizadas en zonas marginales, baja fertilidad y lluvias insuficientes para el buen desarrollo del cultivo. Entre las limitantes edáficas que afectan el crecimiento y la productividad del frijol se incluyen las diferencias nutricionales, principalmente nitrógeno y fósforo (Robledo, 1988).

El efecto de las plagas está definido por el biotipo presente, las condiciones ambientales, la etapa de desarrollo del cultivo al momento de la infección y la reacción de la variedad cultivada; siendo la recomendación más práctica y económica para su prevención, el uso de variedades mejoradas con resistencia intermedia a alta (Rosas, 1998).

En América los estudios de poblaciones en frijol, han producido resultados muy variables. A lo largo del golfo de México se recomiendan distancias de siembra de 40 y 60cm entre hileras y 10 cm entre plantas de tipo II, la primera para siembras a mano y la segunda con animales o tractores. En el centro de México, usando tratamientos de densidad y entresaque, el más alto rendimiento en semillas (4210 kg/ha), se obtuvo con la más alta densidad (288,000 plantas/ha) (Aguilar, Immer, Kohashis y Fischer, 1983).

En el Perú se ha encontrado que los rendimientos de frijol con siembras en plano con una semilla por postura, se incrementa con el aumento de las poblaciones, pero que a espacios de 30 x 30 cm con 3 semillas por postura (333,333 plantas/ha), los rendimientos fueron tan buenos como a 30 x 15 cm con una semilla por golpe (222,222 plantas/ha), al compararlos con 60 x 10 cm (166,666plantas/ha) que era la más común (Romero, 1990).

En Costa Rica, al estudiar los efectos del número de plantas por hectárea y por golpe, sobre los rendimientos; con poblaciones de tipo II y III que van desde 100,000 hasta 400,000 plantas/ha se reporta que los rendimientos más altos fueron de 3,400 kg/ha, se consiguieron con 100,000 plantas/ha y un arreglo de 50 x 40 cm con dos semillas por postura (Pinchinat, 1988).

En Venezuela, se lograron los mejores rendimientos con hileras dobles sembradas a 20 y 30 cm entre ellas, y a 50 y 60 cm entre cada par, con poblaciones de 252,245 y 213,285 plantas/ha respectivamente, y rendimientos de 18,25 y 16,87 por ciento superiores al testigo; hileras sencillas a 60 x 10 cm. El incremento en el número de vainas por planta y el número de granos por vaina tenía una relación directa con el incremento en los rendimientos obtenidos (Ortega y Barrios, 1987).

Juárez (2003), llegó a la conclusión que los mejores rendimientos en fríjol de tipo II en el sur de Colombia, se obtienen con siembras de 400,000 a 600,000 semillas/ha.

Las investigaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia han mostrado que los frijoles como monocultivo producen los rendimientos más altos con distanciamientos de 30 cm entre hileras y de 9 cm entre plantas, o de 45 cm entre hileras y 6 cm entre plantas en el surco (equivalente a 370,000 semillas/ha). Los rendimientos normalmente se estabiliza entre 200,000-250,000 plantas actuales por hectárea, pero las pérdidas entre la siembra y la cosecha con frecuencia son entre 25-40 por ciento. Las siembras de alta densidad también parecen aumentar la altura de inserción de las vainas, lo cual aminora los problemas de pudrición.

A pesar de esto, las hileras muy anchas agravan la pudrición de tallos por *Sclerotium* en las áreas donde este patógeno es prevalente.

Los estudios del CIAT y el Centro Agronómico Tropical para la Investigación y Enseñanza (CATIE), indican que las poblaciones de fríjoles tipo II entre 200, 000-250,000 plantas/ha también son ideales cuando se asocia con el maíz (CIAT, 1996).

Los ensayos con frijoles con hábito de crecimiento trepador muestran que las poblaciones finales de 100,000-160,000 plantas/ha son las óptimas, aunque se cultiven solas o con maíz (Juárez, 2003).

En los cultivos anuales existe una relación estrecha entre los rendimientos y el número de plantas presentes al momento de la cosecha. Este último a la vez guarda relación con el tipo de cultivo, con la variedad empleada, con la forma y tipo de siembra de la semilla y con el número y la distribución de plantas sembradas por unidad de superficie (FAO, 1989).

En el frijol, hay una disminución apreciable de las plantas que llegan a la cosecha, en comparación con el número de semillas sembradas. Dentro de las causas se mencionan: el bajo poder germinativo que se pierde con facilidad; el tipo de germinación epigea de la especie, tapizamiento de las semillas debido a compactación del suelo; semillas sin tapar; semillas partidas y cortadas por causas mecánicas, lo cual determina plantas con desarrollo anormal; ataque de patógenos del suelo antes y después de la germinación y el número de plantas sembradas por unidad de superficie (DICTA, 1998).

El uso de variedades mejoradas tiene un papel muy importante dentro de la producción de semilla debido a ventajas sobre las variedades criollas como la resistencia a plagas, enfermedades, mayor rendimiento, tolerancia a sequía y el aprovechamiento eficiente de nutrientes que permita una mejor expresión de las características genéticas acercarse más a las condiciones óptimas de las variedades (Andrews y Quezada, 1989).

La distribución de la población de las plantas en el campo requiere el distanciamiento de las plantas dentro de la hilera y la distancia entre las hileras (ancho de las hileras). El espaciamiento de las plantas dentro de la hilera; el número de semillas que se necesitan plantar por cada metro, depende completamente de las poblaciones y la distancia entre hileras que han sido escogidas según las recomendaciones. La distancia entre hileras; el espacio entre las hileras es determinado por el tipo de equipo y por el tamaño o el vigor de las plantas. El uso de equipo de tractor o de tracción animal requiere más espacio dentro de las hileras (hileras más espaciadas) que el uso de aplicadores de espalda (Agundis y Valtierra, 1972).

Según Agundis y Valtierra (1972), la distancia entre hileras influye en los rendimientos de los cultivos en cuatro formas: A medida que se estrecha el ancho entre hileras, las plantas se pueden distanciar más dentro de esta y todavía mantener la misma población. Hasta cierto punto, esto facilita el control de malezas puesto que el cultivo crea un sombreado más temprano y más efectivo entre hileras.

Las hileras más estrechas permiten poblaciones más grandes sin apiñamiento. A medida que se hace más ancha la hilera las plantas, tienen que ser colocadas más cerca dentro de la hilera para mantener la misma población (Agundis y Valtierra 1972).

Aunque las hileras más estrechas reducen la evaporación de agua de la superficie del suelo, a causa del sombreado más completo y más temprano, a veces esta ventaja es cancelada por el aumento en el uso de agua por las hojas más expuestas al sol. Bajo condiciones de poca humedad, la población de plantas tiene mucho más influencia sobre el uso de agua que el distanciamiento entre hileras (Agundis y Valtierra, 1972).

Según Agundis y Valtierra (1972), el cambio a hileras más estrechas puede causar más problemas de los que resuelve, ya que las hileras más estrechas le cuestan al agricultor más en términos del tiempo, la semilla y los pesticidas. Eso es porque la hilera más estrecha aumenta el total de hileras por cada unidad de área, puesto que resultan más hileras para trabajar y más semillas que sembrar.

Si se usa equipo mecanizado, las hileras demasiado estrechas pueden causar un aumento en los daños por las ruedas de los tractores y el equipo, además de compactar el suelo cerca de las hileras. También que el ancho de la hilera tiene que ser suficiente para permitir el control de malezas por tractor. Esto no se puede lograr con sólo los herbicidas (Bravo, 1999).

Las ventajas del aumento de población por estrechamiento de las distancias de siembra incluyen la reducción de la erosión del suelo, aumento de la absorción de agua, reducción de las pérdidas de agua por evaporación, aumentos de los rendimientos y reducción de los costos de producción (Bravo, 1999).

El periodo mínimo que el cultivo del frijol debe permanecer sin malezas, a partir de la emergencia, para lograr una buena producción depende, entre otros factores, del ciclo vegetativo y del hábito de crecimiento de la variedad, del tipo de malezas y condiciones ambientales. Las variedades con hábito de crecimiento tipo I y II sembradas a 0,80 x 0,10 m y 0,60 x 0,10 m, mostraron su máximo rendimiento en aquellos tratamientos que se deshierbaron por un período cercano a la mitad del ciclo vegetativo; y en los tratamientos que se siguieron deshierbando después de ese periodo, la producción tendió a mantenerse constante o a descender ligeramente, debido posiblemente a daños mecánicos, al momento de cultivar (Barreto, 1970).

Barreto (1970), indica que los rendimientos son similares al mantener el cultivo limpio durante los primeros 30 días, que cuando se mantiene limpio durante todo su ciclo. Tampoco hubo diferencias significativas entre el rendimiento de las dos variedades, cuyo hábito de crecimiento es tipo II.

En este ensayo se evaluó el comportamiento agronómico de tres variedades mejoradas de frijol rojo para la producción de semilla, bajo diferentes arreglos espaciales utilizando la población de 200,000 plantas/ha. El objetivo del estudio fue determinar el arreglo espacial más adecuado para cada variedad, la variedad que tiene mayor adaptación a las condiciones de la zona y que variedad maximiza los rendimientos en función del arreglo espacial.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### LOCALIDAD

El ensayo se realizó durante el periodo de 21 julio al 8 octubre de 2003, en el sector denominado La Chorrera de San Nicolás en la Escuela Agrícola Panamericana, ubicada en el Valle del Zamorano, Francisco Morazán, a 30 Km. sur oeste de Tegucigalpa. El clima es seco tropical con una precipitación media anual de 1150 mm y una temperatura promedio de 24 °C.

### VARIEDADES

Se utilizaron tres variedades mejoradas, las cuales fueron liberadas por el Programa de Investigación de Frijol (PIF) de Zamorano.

**Cuadro 1.** Características promedio de las variedades Amadeus-77, Carrizalito y Tío Canela-75. El Zamorano, Honduras.

Características	Variedades		
	Amadeus-77 <sup>1</sup>	Carrizalito <sup>2</sup>	Tío canela-75 <sup>3</sup>
Altura de planta (cm)	48	56	50
Días a floración (DDS)	36-38	35-37	36-38
Color de la flor	Blanca	Blanca	Blanca
Días a madurez fisiológica	66-68	68-70	66-68
Días a cosecha	73-75	76-78	75
Número de vainas/planta	24	28	29
Número de semillas/vaina	7	7	6
Color del grano	Rojo	Rojo	Rojo brillante
Forma	Alargada ovoide	Ovoide	Ovoide
Tamaño	Pequeño	Pequeño	Pequeño
Peso de 100 semillas (g)	24-26	21-23	21-23
Rendimiento (kg/ha)	2600-2900	2900-3200	2600-2900

Fuente: <sup>1</sup> Rosas, J.C. y Escoto, D. (2002a)

<sup>2</sup> Rosas, J.C. y Escoto, D. (2002b)

<sup>3</sup> Rosas, J.C. (1996).

## ARREGLO ESPACIAL

Empleando una misma población de 200,000 plantas/ha, se evaluaron cuatro arreglos espaciales variando la distancia entre hileras y plantas: 30 x 16.25 cm, 40 x 12.5 cm, 50 x 10 cm y 60 x 8.5 cm para las tres variedades antes descritas. En los cuadros de resultados se ilustrara solo la distancia entre hilera (30, 40, 50, 60 cm), pero este contiene su respectivo distanciamiento entre planta.

## MANEJO AGRONÓMICO

En el caso de las variedades se sembraron dos semillas por postura a las distancias predeterminadas para garantizar las poblaciones deseadas. A los 14 Días Después de Siembra (DDS) se ralearon para dejar la densidad deseada.

La siembra se planificó para finales de julio de 2003. En la preparación del terreno se pasó primeramente la chapiadora, tres días después se pasó el arado y dos pases cruzadas de rastra. El rayado de los surcos se realizo manualmente para la siembra en hileras.

La fertilización se realizó de tal manera que la primera aplicación fuera a los 18 DDS cuando el cultivo tenía el primer trifolio, aplicando 115 kg/ha de 18-46-0. Posteriormente la segunda aplicación fue a los 29 DDS aplicando 125 kg/ha de urea, cuando el cultivo tenía el tercer trifolio. La fertilización estuvo en función del distanciamiento entre hileras para uniformizar los niveles de requeridos de nutrientes.

El control de malezas se realizó en forma manual entre plantas y con azadón entre hileras y en los bordes a los 19, 28, 38, 48 DDE.

Para el control de plagas se realizaron muestreos cada 15 días, se detectaron problemas con *Diabrotica spp.* y lorito verde (*Empoasca kraemeri*). Ambos se controlaron con Ambush (Permetrina) con dosis de 1.5L/ha; posteriormente, a los 30 y 40 DDE se controló con Perfekthion (Dimetoato) a una dosis de 1 L/ha.

La cosecha se realizó manualmente para todos los tratamientos después de que el cultivo alcanzó madurez de cosecha. El área útil estaba en función de los distanciamiento entre hileras, cosechando las hileras centrales de la siguiente manera: 30 cm - 4 hileras, 40 cm - 3 hileras, 50 cm - 2 hileras y 60 cm - 2 hileras. Las plantas cosechadas fueron secadas en un invernadero, trillándose las parcelas individualmente al secarse.

## **VARIABLES MEDIDAS:**

### **Fenológicas**

Días a floración: Se tomó cuando el 50 % de las plantas de cada parcela mostraba por lo menos una flor abierta.

Altura de la planta: Se midió desde la base del tallo hasta la yema terminal a 10 plantas escogidas al azar una vez que alcanzaron la madurez fisiológica.

Madurez fisiológica: Se observó cuando el 50 % de las vainas de cada parcela presentaba un cambio de color de verde a crema rojizo.

### **Rendimientos y componentes**

Vainas por plantas: Se tomaron 20 plantas al azar del área útil y se contaron las vainas, calculándose un promedio por planta.

Granos por vainas: Se utilizaron 30 vainas tomadas al azar de la parcela útil. Se contaron el número de granos para luego calcular un promedio.

Peso de 100 semillas: Se contaron 100 granos del total de la parcela útil, se pesaron y se expresó al 14% de humedad.

Rendimiento: Se cosecharon las hileras centrales en función del número total de hileras por cada sub-parcela, se contó el número de plantas cosechadas, posteriormente fueron aporreadas y se peso el grano cosechado.

## **DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se usó un arreglo factorial de 3 x 4 en un diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA), con cuatro repeticiones en donde la unidad experimental consistía en parcelas de 3 x 6, arreglando diferentes número de hileras de acuerdo con la distancias entre éstas.

Todos los resultados fueron analizados en el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System). Se hizo un análisis de varianza (ANDEVA). También se realizó una prueba de separación de medias (SNK).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a la siembra tardía del ensayo con respecto a la fecha normal, la precipitación fue irregular en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo. Todas las variables presentaron una reducción considerable en comparación con los parámetros normales de las variedades cultivadas en épocas normales. Además de las condiciones de suelo poco favorables, ya que tenía una profundidad efectiva de 15 cm, niveles bajos de M.O. y una proliferación de malezas considerables debido a que se preparó el suelo demasiado húmedo por lo que no se logró un volteo efectivo del mismo.

**Variables Fenológicas:** Los resultados generales de los tratamientos sobre la fenología se presentan en el Cuadro 2. El análisis estadístico indicó diferencias significativas ( $P \leq 0.1$ ), en la altura de planta, los días a floración y días a madurez fisiológica

**Cuadro 2.** Efectos de las variedades y el arreglo espacial sobre las variables fenológicas de frijol. Zamorano, Honduras, 2003.

<b>Tratamiento</b>	<b>Altura(cm)</b>	<b>DF</b>	<b>DMF</b>
<b>Variedad</b>			
TC 75	29b <sup>1</sup>	36a	69b
Amadeus 77	28b	35a	68b
Carrizalito	33a	35a	71a
<b>V (Pr&gt;F)</b>	<b>**</b>	ns	<b>***</b>
<b>Distancia(cm/hilera)</b>			
30	30	35b	69b
40	29	35b	70a
50	30	36a	68b
60	30	36a	68b
<b>DIST (Pr&gt;F)</b>	ns	*	*
<b>VxD (Pr&gt;F)</b>	ns	ns	<b>***</b>
<b>CV %</b>	13.4	1.91	1.13
<b>R<sup>2</sup></b>	0.83	0.77	0.83

<sup>1</sup>Medias con la misma letra no son diferentes significativamente ( $P \leq 0.1$ ), prueba de SNK. ANDEVA = \* ( $P < 0.10$ ); \*\* ( $P < 0.05$ ); \*\*\* (0.001); ns = No significativo.

Altura = Altura de planta (cm)

DF = Días a floración

DMF= Días a madurez fisiológica

La variedad Carrizalito presentó un mayor desarrollo que las demás variedades, esto es debido al efecto varietal; además logro mayor altura a distanciamientos más amplios entre hileras con una tendencia lineal aunque estadísticamente esto no fuera significativo, no siendo así para TC-75 y Amadeus-77.

Debido a que el cultivo se sembró fuera de época y no se programó ningún tipo de riego, durante todas las etapas del cultivo los promedios de altura de planta en cada variedad fueron inferiores a los obtenidos bajo condiciones normales (Cuadro 1). El modelo utilizado para determinar el comportamiento de esta variable fue significativo solo por efecto de las variedades y el ajuste de los datos fue de un  $R^2 = 0.77$  El coeficiente de variación fue de 13.41%.

Probablemente estas diferencias se deban a características genéticas propias de cada variedad, las cuales resultan más eficientes en respuesta a los arreglos espaciales bajo las condiciones ambientales que se presentaron en el ensayo.

**Cuadro 3.** Altura de la planta en tres variedades de frijol. Zamorano, Honduras, 2003.

<b>Variedad</b>	<b>Altura(cm)</b>	
TC 75	29	b*
Amadeus 77	28	b
Carrizalito	33	a

\*Medias con la misma letra no son diferentes significativamente ( $P \leq 0.1$ ), prueba de SNK.

Se encontraron diferencias significativas en función de los arreglos espaciales para los días a floración, donde los distanciamientos entre hileras a 50 y 60cm prolongaron esta variable independientemente de la variedad, probablemente este efecto se debe a que es más crítico la competencia dentro de hilera que entre ellas, ya que no se lograron cerrar las hileras que es lo óptimo, lo que significa que tenía espacio de más que podía haber sido utilizado dentro de la hilera provocando así un mayor desarrollo vegetativo bajo las condiciones de este ensayo. Es decir, el traslape entre hileras nunca se dio, pero sí dentro de la misma, efecto que se pudo reducir cerrar estas y lograr una mayor eficiencia fotosintética.

Para la variable días a floración el  $R^2$  fue de 0.77 y el coeficiente de variación 1.91 % y se detectaron diferencias significativas ( $P \leq 0.1$ ) como efecto del arreglo espacial.

**Cuadro 4.** Días a floración bajo el efecto del arreglo espacial. Zamorano, Honduras, 2003.

<b>Dist(cm/hilera)</b>	<b>Días a Floración</b>	
<b>30</b>	35	b*
<b>40</b>	35	b
<b>50</b>	36	a
<b>60</b>	36	a

\*Medias con la misma letra no son diferentes significativamente ( $P \leq 0.1$ ), prueba de SNK.

Se encontraron diferencias significativas con base a la interacción de Variedad\* Distanciamiento para días a madurez fisiológica, donde la variedad TC-75 fue la mas tardía. Amadeus-77 no presentó ninguna diferencia en función del arreglo espacial. Estas diferencias fueron significativas por cada efecto simple así como por su interacción; sin embargo, estas diferencias en su mayoría están condicionadas a factores genéticos propios de cada variedad.

Para la variable días a madurez fisiológica el ajuste de los datos fue de un  $R^2$  fue de 0.83 y un coeficiente de variación de 1.13 %.

**Cuadro 5.** Días a madurez fisiológica de tres variedades de frijol y distanciamientos. Zamorano, Honduras, 2003.

<b>Dist(cm/hilera)</b>	<b>Variedad</b>		
	TC 75	Amadeus 77	Carrizalito
<b>30</b>	69 b*	69 b	69 b
<b>40</b>	72 a	69 b	70 a
<b>50</b>	70 a	68 b	67 b
<b>60</b>	71 a	69 b	67 b

\*Medias con la misma letra no son diferentes significativamente ( $P \leq 0.1$ ), prueba de SNK.

**Rendimientos y componentes:** Los datos generales de los tratamientos sobre el rendimiento se presentan en el Cuadro 6. El análisis estadístico reveló diferencias significativas ( $P \leq 0.1$ ) en rendimiento, número de granos por vaina y tamaño del grano.

**Cuadro 6.** Efectos de las variedades y el arreglo espacial sobre el rendimiento y sus componentes. Zamorano, Honduras, 2003.

Tratamientos	RD (kg/ha)	VP	GV	PG (g)
<b>Variedad</b>				
TC 75	1165	17.5	5.61	19.8 b
Amadeus 77	1145	17	5.71	20.1 b
Carrizalito	1229	18.5	5.75	21.9a
<b>V (Pr&gt;F)</b>	ns	ns	ns	**
<b>Distancia(cm/hilera)</b>				
30	1148 b <sup>1</sup>	17.5	5.8a	20.5
40	1190 b	17.1	5.5ab	20.6
50	1368a	18	5.8a	20.8
60	1183 b	18.1	5.6ab	20.3
<b>DIST (Pr&gt;F)</b>	*	ns	*	ns
<b>Interacción VxD</b>	ns	ns	**	ns
<b>CV%</b>	23.64	13.51	5.26	11.52
<b>R<sup>2</sup></b>	0.76	0.64	0.91	0.65

<sup>1</sup>Medias con la misma letra no son diferentes significativamente ( $P \leq 0.1$ ), prueba de SNK.

\*( $P < 0.10$ ); \*\* ( $P < 0.05$ ); \*\*\* (0.001); ns = No significativo

RD = Rendimiento (kg/ha)

VP = Vainas por planta

GV = Granos por vaina

PG = Peso de 100 semillas (g)

## Rendimiento

El arreglo espacial a 50cm entre hilera, presentó los mayores rendimientos independientemente de las variedades. La tendencia de los arreglos al aumentar las distancias entre hileras con respecto a los rendimientos es lineal hasta cierto punto y desaparece en 60 cm (Cuadro 7). Probablemente el arreglo óptimo para cada variedad esta a 50 cm, ya que se observa que en todas las variedades después de este distanciamiento tiene una tendencia decreciente, aunque estadísticamente no sean significativas. Este efecto fue debido a que existió competencia con malezas, en donde las distancias más estrechas entre hileras el cultivo empieza a cerrar ese espacio y ejerce un control adecuado sobre las malezas.

Por otra parte, la reducción en los promedios de rendimientos se debió a las deficiencias hídricas en las etapas críticas del cultivo (floración y llenado de vaina). Además se presentó un ataque de *Diabrotica spp* y Lorito verde (*Empoasca krameri*) en los bloques 1 y 2 los cuales afectaron considerablemente esta variable y los promedios de los demás componentes con respecto a los que resultarían bajo buenas condiciones (Cuadro 1) (Anexo 2).

El modelo utilizado para determinar el efecto de esta variable fue significativo sólo en función del arreglo espacial y no así de la variedad. En general los mejores rendimientos se presentaron bajo el arreglo a 50 cm entre hileras.

Las diferencias en rendimiento entre las variedades, pudieron ser enmascaradas al no expresarse el potencial genético debido a las condiciones antes descritas.

El ajuste de los datos al modelo fue de un  $R^2$  fue de 0.76 y el coeficiente de variación 24% (Anexo2).

**Cuadro 7.** Efecto de los arreglos espaciales sobre los rendimientos. Zamorano, Honduras, 2003.

Dist(cm/hilera)	Rendimiento(kg/ha)	
30	1148	b*
40	1190	b
50	1368	a
60	1183	b

\*Medias con la misma letra no son diferentes significativamente ( $P \leq 0.1$ ), prueba de SNK.

La variable granos por vaina fue afectada por la interacción de la variedad y el distanciamiento, donde la variedad Carrizalito fue la que presento más estabilidad en este componente. Se encontró que al distanciamiento 50 cm x 10 cm alcanzó el mayor número de granos por vaina en comparación con los demás distanciamientos (Cuadro 8); por lo tanto, la competencia del cultivo dentro de la hilera no es tan crítico como la distancia entre hileras. Esta interacción no tiene una tendencia clara, dado que esta es la etapa donde la planta requiere mayor cantidad de agua; las hileras mas estrechas aumentan la absorción de agua y reduce la perdida por evaporación, fueron compensadas por el mayor desarrollo logrado en los distanciamientos mas amplios entre hileras, lo que permitió ser más eficiente al absorber el agua. Además del efecto varietal en respuesta del arreglo espacial.

El ajuste de esta variable al modelo fue de  $R^2$  de 0.91 con un coeficiente de variabilidad de 5.23% (Cuadro 6).

**Cuadro 8.** Efecto de la interacción de la variedad y distanciamientos sobre el número de granos por vaina. Zamorano, Honduras, 2003.

Dist(cm/hilera)	Variedad		
	TC 75	Amadeus 77	Carrizalito
30	5.9a	5.1b	5.3b
40	5.2b*	5.3b	5.6a
50	6.1a	5.7a	6.2a
60	5.4b	5.2b	5.8a

\*Medias con la misma letra no son diferentes significativamente ( $P \leq 0.1$ ), prueba de SNK.

Se presentaron diferencias significativas con base a las variedades y no por efecto del arreglo espacial. La variedad Carrizalito obtuvo los rendimientos más elevados independientemente del arreglo espacial.

Las diferencias estadísticas detectadas se deben exclusivamente a efectos varietales, lo que indica diferencias genéticas entre estas. Los resultados de estas variables son similares a los promedios obtenidos bajo condiciones normales con la excepción de Amadeus-77 (Cuadro 1).

El ajuste de esta variable al modelo fue de un  $R^2$  de 0.65 con un coeficiente de variabilidad de 11.52% (Cuadro 6). El peso de 100 granos fue afectado por la variedad, y no por la interacción de estos (Cuadro 7).

**Cuadro 9.** Peso de 100 granos en las tres variedades de frijol. Zamorano, Honduras, 2003.

Variedad	Peso de 100 semillas (g)	
TC 75	20	b*
Amadeus 77	20	b
Carrizalito	22	a

\*Medias con la misma letra no son diferentes significativamente ( $P \leq 0.1$ ), prueba de SNK.

## Conclusiones

Los resultados de este ensayo presentaron rendimientos inferiores a los normales en estas variedades, debido a la época de siembra, las condiciones del suelo y la irregularidad de las lluvias.

La variedad Carrizalito presentó los mejores rendimientos con una tendencia creciente a medida que se aumentaba la distancia entre hileras, resultando el mejor arreglo a 0.5 m x 0.10 m. Comparada con Tío Canela 75 y Amadeus-77 bajo las condiciones en las que se desarrolló el experimento, respondió mejor a los tratamientos de arreglos intermedios (0.50 m x 0.10 m y 0.40 m x 0.125 m).

Bajo las condiciones del ensayo el mejor arreglo espacial fué de 0.50 m x 0.10 m, ya que independientemente de la variedad se lograron los rendimientos más altos.

Los días a floración los distanciamientos entre hileras 50 cm y 60 cm aumentaron en un día en comparación con los otros arreglos independientemente de la variedad.

El rendimiento y el número de granos por vaina se vieron afectados por efecto del arreglo espacial a medida que se aumentaban los distanciamientos entre hileras. La variedad solo incidió en el peso de las 100 semillas, lo que obviamente indica factores genéticos, como respuesta del biotipo mismo a las condiciones presentadas.

## **Recomendaciones**

- Realizar este ensayo en épocas de siembra recomendadas en las que se tengan condiciones climáticas favorables al cultivo, ya que por falta de las mismas las variedades no expresaron todo su potencial genético y algunas de las diferencias en las variables evaluadas posiblemente fueron enmascaradas por estas condiciones.
- Probar otros arreglos espaciales con poblaciones menores y mayores a 200,000 plantas/ha, según sea si se trata de producción de semilla o producción de grano.
- Realizar ensayos similares con otras variedades a punto de la liberación para definir esta parte del paquete tecnológico.

## BIBLIOGRAFÍA

Agundis, O. M.; Valtierra, A. 1972. Períodos críticos de competencia entre frijol y malezas. *Agricultura Técnica en México* 2(2): 87-90.

Aguilar, M.; Immer, R. A.; Fischer, C.; Kohashis, B. 1983. Effect of plant density and thinning on high yielding dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) In México. *Expl. Agric.* 13:32.

Andrews, K. L.; Quezada, J. R. 1989. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras, Centroamérica. 623 p.

Anónimo. 1985 Investigations on beans growing.. *Ann. Rep Dep. Honduras* p. 9-14.

Barreto, A. 1970. Competencia entre frijol y malas hierbas. *Agricultura Técnica en México.* 2(2): 35-46.

Bravo, M. A. 1999. Incremento de la productividad y rentabilidad del frijol mediante investigación participativa en el municipio de El Rosario, Olancho. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 58 p.

CIAT. 1996. Programa de Frijol. Informe anual, 1996. Cali, Colombia. CIAT. 79 p.

DICTA. 1998. El cultivo del frijol. Guía para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores. Tegucigalpa, Honduras. Ediciones ZAS. 39 p.

Juárez, C. A. 2003. Densidades de siembra en Fríjol. (en línea). *Agronomía avanzada*. Disponible en: [www.ucr.ac.cr/~pejibaye/Densidades/Densidades1.htm](http://www.ucr.ac.cr/~pejibaye/Densidades/Densidades1.htm)

FAO. 1989. Reporte anual de producción mundial. Colección FAO: Fomento de la Agricultura. Roma, Italia. FAO. 162 p.

Ortega, M; Barrios, S. 1987. Rendimientos en función del distanciamiento de hileras en frijol . *Cosechas Productivas* 15(3): 92-103. Venezuela.

Pinchinat, A. 1988. Desarrollo de la investigación en Frijol de Costa Rica. *Ceiba* 29. Honduras.

Robleto, R. C. 1988. Determinación de períodos críticos en frijol. 1987. *Agricultura Técnica en México* 3(3): 57-63.

Romero, M. C. 1990. Eficiencia de variedades de frijol por sistemas siembra durante la primera y postrera. Tesis Ing. Agr. La Molina, Perú. 23 p.

Rosas, J. C. 1996. Tío Canela 75. Programa de Investigación de frijol (PIF). Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana / Zamorano, Honduras. 3 p.

Rosas, J. C. 1998. El cultivo del frijol común en América Tropical. Zamorano, Honduras. Zamorano Academia Press. 52 p.

Rosas, J.C.; Escoto, D. 2003a. Amadeus-77. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano y Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria / Secretaria de Agricultura y Ganadería (DICTA/SAAG). Boletín técnico ilustrado, Imprenta Litocom, Tegucigalpa, Honduras. 12 p.

Rosas, J. C.; Escoto, D. 2003b. Carrizalito. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano y Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria / Secretaria de Agricultura y Ganadería (DICTA/SAAG) Boletín técnico ilustrado, Imprenta Litocom, Tegucigalpa, Honduras. 12 p.

Voysest, O. 1983. Variedades de fríjol en América Latina y su origen. Cali, CO, CIAT. 87 p.

## ANEXOS

### Anexo 1. Análisis de suelo del lote 3 en la chorrera de San Nicolás, Cuadrante 2.

Fecha de entrada: 30/06/2003

Fecha de salida: 11/07/2003

pH	6.22	Ligeramente ácido
MO(%)	1.53	Bajo
N <sub>total</sub> (%)	0.08	Bajo
P ppm (Disponible)	23	Medio
K ppm (Disponible)	320	Alto
Ca ppm (Disponible)	1420	Medio
Mg ppm (Disponible)	130	Bajo

### Anexo 2. Nivel de significancia para todas las variables.

FV	AP	DF	DMF	RD	VP	GV	PG
Media	30.1	46.87	84.12	1180.1	17.61	5.64	20.5833
CV%	13.41	1.89	1.13	23.64	13.51	5.26	11.52
R <sup>2</sup>	0.8321	0.7699	0.8307	0.7586	0.6323	0.9123	0.6453
Pr> F	0.0077	0.0538	0.0081	0.0803	0.6138	0.0004	0.5192

FV=	Fuente de variación
AP=	Altura de la planta
DF=	Días a floración
DMF=	Días de madurez fisiológica
RD=	Rendimiento
VP=	Vainas/planta
GV=	Granos/vaina
PCG=	Peso de 100 granos