

Respuesta de tres variedades de frijol a tres poblaciones y dos niveles de nitrógeno

David Marcelo Portilla Campoverde

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2004

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Respuesta de tres variedades de frijol a tres poblaciones y dos niveles de nitrógeno

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

Presentado por

David Marcelo Portilla Campoverde

ZAMORANO-HONDURAS
Diciembre, 2004

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.

David Marcelo Portilla Campoverde

Honduras
Diciembre, 2004

Respuesta de tres variedades de frijol a tres poblaciones y dos niveles de nitrógeno

Presentado por

David Marcelo Portilla Campoverde

Aprobada:

Pablo E. Paz, Ph. D.
Asesor principal.

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador de Carrera Ciencia y
Producción Agropecuaria

Luis Fabricio López, Ing Agr.
Asesor

Aurelio Revilla, M. S. A.
Decano Académico Interino

Abelino Pitty, Ph. D.
Coordinador del Área de Fitotecnia

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

DEDICATORIA

A Dios Omnipotente.

A mis padre Rubén y mi madre Esther.

A mi tía, tíos y abuela.

A mi hermano y mis hermanas.

A mi novia Sarah.

A mis asesores y profesores.

Al Colegio Militar “Tnte Hugo Ortiz”

A todos mis amigos zamoranos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por regalarme la vida.

A mis padres y toda mi familia por el apoyo incondicional en todo momento y enseñarme el verdadero valor de la vida.

A mi tía Rosa, mi abuela Luz por ser como son, que Dios las guarde en su lecho.

A Sarah, por darme tranquilidad y paz durante estos dos años. Gracias por todo su amor.

Al colegio militar “Tnte Hugo Ortíz” por inculcarme el respeto, la disciplina y grandes valores en mi vida.

A Alberto, Rubén, Saulo, Luis, Gabriel, Carlos, Joe, Luis Fernando, Gastón, Mongo, Fausto, Diego, Michael, Rafa, Badith, Jorge, Marcos y todos aquellos que faltan por nombrar, gracias por ser grandes amigos.

A la familia Núñez por ser mi segundo hogar en Honduras.

A la familia Cáceres Salgado, por abrirme las puertas de su hogar.

A mi prima Andrea por ser la mejor amiga en Honduras.

Al Ing. Antonio Jaco por abrirme las puertas de su hogar, por sus enseñanzas y por su gran amistad .

A Pathy Laínez por su amistad y por su ayuda en esos momentos difíciles.

A Lic. Guillermo Berlioz por su gran amistad, gracias Memo.

Al personal del Programa de Investigación de Frijol de Zamorano. Al Dr. Rosas por su ayuda, al Ing. Jorge Venegas por el apoyo durante el estudio.

A mis amigos en Zamorano por haber compartido todos esos momentos buenos y malos, los llevare en mi mente y mi corazón. Gracias a todos.

A mis asesores Dr. Pablo E. Paz, Ing. Fabricio López por todo su apoyo y comprensión.

RESUMEN

Portilla, David Marcelo. 2004. Respuesta de tres variedades de frijol rojo a tres poblaciones y dos niveles de nitrógeno. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 20p.

El frijol es la fuente principal de proteína en Centroamérica y en especial para Honduras. El objetivo principal del estudio fue determinar los efectos de las poblaciones y los niveles de nitrógeno sobre el comportamiento agronómico de tres variedades de frijol rojo. El ensayo se realizó en El Zamorano, Francisco Morazán, a 30 km Sur Oeste de Tegucigalpa, Honduras. Para este experimento se usó un arreglo factorial de $3 \times 3 \times 2$ en un diseño estadístico en bloques completamente al azar (BCA) con cuatro repeticiones. Las variedades fueron Tío Canela-75, Amadeus-77 y Carrizalito; las poblaciones fueron de 150,000 o 200,000 ó 250,000 plantas/ha y los niveles de N fueron 100 ó 200 kg/ha. Los datos se analizaron con un ANDEVA y separación de medias SNK, con un nivel de significancia de ($P < 0.1$). Las variables fenológicas de altura de planta y días a floración mostraron diferencias ($P < 0.1$) por efecto varietal y para días a floración la interacción Densidad \times Nitrógeno. El tamaño de grano mostró diferencia significativa ($P < 0.1$) por efecto varietal; los componentes del rendimiento; número de vainas, número de granos/vaina, peso de 100 semillas mostraron diferencias significativas ($P < 0.1$) por efectos poblacionales. El rendimiento mostró diferencia ($P < 0.1$) en la interacción Variedad \times Población y a la interacción Población \times Nitrógeno y su componente número de granos/vaina mostró diferencia ($P < 0.1$) en la interacción Variedad \times Nitrógeno. Las diferencias encontradas se debieron a las interacciones. Existió respuesta de las variedades a las densidades incrementaron los rendimientos, donde el mayor ($P \leq 0.1$) rendimiento lo obtuvo la Variedad Carrizalito-75 y Amadeus-77 a densidades poblacionales de 200000 plantas/ha, finalmente los niveles de nitrógeno no tuvieron efecto sobre las variables medidas, sólo afectaron las interacciones.

Palabras clave: Distancia entre planta, fertilización nitrogenada, materiales genéticos mejorados, *Phaseolus vulgaris*, rendimiento.

Abelino Pitty, Ph. D.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de anexos.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
Origen del frijol.....	1
Importancia.....	1
Producción en Honduras.....	1
Etapas de desarrollo.....	1
Hábitos de crecimiento.....	1
Estudios de variedades.....	2
Factores que limitan la producción.....	2
Estudios de nitrógeno.....	3
Objetivos.....	4
MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
UBICACIÓN.....	5
FACTORES ESTUDIADOS.....	5
VARIEDADES.....	5
POBLACIONES.....	6
NIVELES DE NITRÓGENO.....	6

	página
MANEJO AGRONÓMICO	6
VARIABLES CONSIDERADAS	6
Fenológicas.....	6
Rendimientos y componentes.....	7
DISEÑO EXPERIMENTAL	7
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	7
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
Variables fenológicas.....	8
Efectos varietales.....	8
Efecto de la interacción niveles de N y población.....	8
Rendimiento y componentes.....	10
Efectos varietales.....	11
Efectos poblacionales.....	12
Efecto de la interacción variedad y población.....	12
CONCLUSIONES	14
RECOMENDACIONES	15
BIBLIOGRAFÍA	16
ANEXOS	18

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	página
1. Características promedio de las variedades Tío Canela-75, Amadeus-77 y Carrizalito. El Zamorano, Honduras.....	5
2. Efectos de las variedades, las poblaciones y los niveles de N sobre las variables fenológicas en frijol. Zamorano, Honduras, 2004.....	8
3. Altura de la planta y días a floración en tres variedades de frijol. Zamorano, Honduras, 2004.....	9
4. Efecto de la interacción niveles de N y poblaciones sobre los días a floración. Zamorano, Honduras, 2004.....	9
5. Efectos de las variedades, las poblaciones y los niveles de nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes. Zamorano, Honduras, 2004.....	10
6. Efecto de las variedades sobre peso de 100 semillas. Zamorano, Honduras, 2004.....	11
7. Efecto de las poblaciones sobre el número de vainas, número de granos/vaina y peso de 100 semillas. Zamorano, Honduras, 2004.....	12
8. Efecto de la interacción de las variedades y las poblaciones sobre el rendimiento. Zamorano, Honduras, 2004.....	12
9. Efecto de la interacción de las variedades y niveles de N sobre el número de grano/vaina. Zamorano, Honduras, 2004.....	13
10. Efecto de la interacción niveles de N con las poblaciones sobre el rendimiento. Zamorano, Honduras, 2004.....	13

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	página
1. Análisis de suelo de la Chorrera de San Nicolás.....	18
2. Distribución de la lluvia, riego aplicado y requerimientos del cultivo.....	19
3. Precipitación en la etapa de germinación y establecimiento.....	19
4. Precipitación en la etapa de crecimiento vegetativo.....	19
5. Precipitación en la etapa de floración.....	20
6. Precipitación en la etapa de madurez fisiológica	20

INTRODUCCIÓN

Datos muy recientes sugieren que los cultivares de frijol común resultaron de domesticaciones múltiples en las Américas. Dos centros primarios, localizados en Mesoamérica (centro Mesoamericano) y en la región sur de los Andes (centro Andino), dieron origen a dos grupos mayores de cultivares. Recientemente se ha sugerido la existencia de otro centro de domesticación localizado en Colombia (Rosas 2003).

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la fuente principal de proteína para familias de bajos recursos a nivel de Centro América y el Caribe. El frijol se siembra a través de toda la región usando distintos sistemas de producción. Por año se siembran en Centro América más de 500,000 ha. Existen diferentes épocas de siembra en Centro América y el Caribe. La primera siembra se inicia con la llegada de las lluvias de mayo y junio. La segunda siembra se realiza al final de la época lluviosa en agosto y septiembre, cuando frecuentemente se siembra el frijol en relevo con maíz. Hay siembras con riego en ciertos valles de Centro América y el Caribe. La mayor parte de la región es montañosa lo que provoca una gran variabilidad en patrones de precipitación, temperaturas máximas y mínimas y tipos de suelo. Por lo tanto, cada época de siembra y cada zona agroecológica tiene una combinación única de factores limitantes para la producción de frijol (Beaver y Rosas s.f.).

En Honduras, el frijol ocupa el segundo lugar después del maíz: tanto por la superficie sembrada como por la cantidad que consume la población. En los últimos cinco años, el área anual cultivada a nivel nacional fue de 113,789 ha, la que genera una producción de 63.188 TM y lo que representa un rendimiento promedio de 732 kg/ha (DICTA 1998).

El ciclo del frijol se divide en dos fases. La primera es la fase vegetativa, se inicia cuando se le proporciona a las semillas las condiciones para germinar 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, 2003).

La segunda es la fase reproductiva la cual comprende 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, 2003).

Las plantas de frijol pueden ser de hábito de crecimiento determinado e indeterminado, lo cual está definido por las características de la parte terminal del tallo y de las ramas. Si al empezar la fase reproductiva el tallo y las ramas terminan en un racimo, la planta es de hábito determinado; y si terminan en un meristema vegetativo, la planta es de hábito indeterminado (Rosas 2003).

El uso de variedades mejoradas incrementa los rendimientos y reduce las pérdidas debidas a daños causados por la alta incidencia de plagas y enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus, efectos de sequía o excesos de lluvia y condiciones marginales de los suelos (Rosas 2003)

En Nicaragua, en veintiséis localidades de los municipios de Condega y Pueblo Nuevo, Departamento de Estelí se llevó a cabo una validación de cinco líneas mejoradas de frijol rojo, que fueron obtenidas a partir de una cruce triple (VAX 3 x Catrachita) F1 x Tío Canela 75, realizada en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y como testigo local se utilizó la variedad comercial INTA Masatepe. Los resultados de esta validación mostraron que en las veintiséis localidades la línea dos con rendimientos de 675 kg/ha superó a la variedad INTA Masatepe (660 kg/ha) en un 2.2% lo que enfatiza la utilización de variedades mejoradas que respondan de forma positiva en ambientes distintos superando las condiciones adversas del medio (Molina et al 2002).

En Venezuela se realizó un estudio en la estación experimental de San Nicolás, Estado Portuguesa, donde se compararon tres variedades de frijol Alarín; las variedades utilizadas fueron: Unare, Apure y Tuy, las cuales fueron sometidas a tres densidades de siembra, 111,112 plantas/ha; 166,667 plantas/ha y 222,220 plantas/ha. No se encontraron diferencias estadísticas en la interacción densidad de siembra con variedades, tampoco hubieron diferencias entre las densidades de siembra y los rendimientos obtenidos; ni del número de plantas cosechadas con los rendimientos. Solo se presentaron diferencias significativas con relación al peso de los granos, siendo la mejor variedad Tuy, luego Apure y por último Unare como la menos rendidora (Chacín 1983).

En Colombia se realizó un estudio para determinar la densidad apropiada para un tipo de frijol trepador con la ayuda de agricultores. Con el fin de evaluar esta práctica se sembró maíz a una densidad constante de 40,000 pl/ha con densidades de frijol que oscilaron entre 40,000 y 320,000 pl/ha, estas densidades se compararon con monocultivo de frijol sembrado a las mismas densidades. Se encontró que a medida se aumentaba la densidad por encima de 160,000 pl/ha, los rendimientos disminuían y también un aumento en rendimiento de maíz al sembrar ambos cultivos en asociación. Los máximos rendimientos se dieron a densidades de 160,000 pl/ha en los dos sistemas (CIAT 1975).

En Latinoamérica el frijol se cultiva en diferentes tipos de suelos, con diversas deficiencias o toxicidades nutricionales que pueden limitar el desarrollo de la planta y su rendimiento. En Centro América y el occidente de Suramérica, el frijol se cultiva en la zona montañosa donde predominan los Andosoles, deficiencias de N y P son las más frecuentes, también deficiencias de elementos menores y toxicidad de aluminio y manganeso pueden restringir considerablemente los rendimientos en ciertas áreas. En muchas partes de Venezuela y Brasil, la producción se lleva a cabo en oxisoles y de

baja fertilidad, más bien ácidos produciendo en el frijol toxicidad de aluminio, manganeso y deficiencia de fósforo y zinc (Howard, F; Gálvez, G 1980).

En Boliche, Ecuador, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP) realizó un ensayo para estudiar los niveles, fuentes, épocas y método de aplicación de N, donde se aplicaron niveles de hasta 800kg N/ha para determinar los posibles efectos negativos sobre los rendimientos de la variedad Porrillo sintético. Se encontró que el máximo rendimiento que obtuvo la variedad fue de 3.76 TM/ha y que la aplicación fraccionada de N no tuvo efecto positivo sobre el rendimiento. Además no hubo diferencias entre la urea y el sulfato de amonio, pero que la efectividad de la aplicación en bandas fue considerablemente inferior a las aplicaciones de N al voleo en todos los niveles. El frijol respondió positivamente a dosis de N tan altas como 200-400 kg N/ha sin que se observara efecto negativo (CIAT 1975).

En Colombia se estudió el efecto con N y P sobre el rendimiento de la variedad Tui en tres localidades; en Popayán, La Zapata y Carimagua. En los suelos de origen volcánico, con alto contenido de MO , en Popayán, el frijol respondió especialmente a la aplicación de P y sólo cuando se satisfizo este requerimiento, se observó una clara respuesta a la aplicación de N. En los suelos oxisoles, de muy baja fertilidad, de Carimagua, el frijol respondió principalmente a N, y sólo al satisfacer los requerimientos de N se observó respuesta a la aplicación de P y para La Zapata el frijol respondió igualmente bien a N y a P (CIAT 1975).

En Guatemala se realizó un experimento en la parte oriente de Santa Apolonia, municipio de Chimaltenango en la que se evaluaron cuatro niveles de N; 30, 60, 90 y 120 kg N/ha sobre cuatro variedades de frijol; IAN5091, Compuesto Chimalteco2, Compuesto Chimalteco 3 y Brillante. No se encontraron diferencias entre las variedades con respecto a los rendimientos ni entre los niveles de N, solo fueron significativos para las repeticiones, observando una tendencia creciente a niveles de 60 y 90 kg N/ha mostraron los valores mas altos y una tendencia decreciente a niveles de 120 kg N/ha sobre todas las variedades (Chonay 1977).

En Venezuela se realizaron ensayos de fertilización en frijol en distintas localidades del país, encontrándose que para los suelos de la serie Maracay el cultivo respondió favorablemente a la aplicación de N, siendo la dosis más adecuada 80 kg/ha y no así para P y K, ya que los resultados demostraron que la aplicación de P (50, 100 y 200 kg/ha) y K (50 y 70kg/ha) presentaron respuesta negativa. En el asentamiento Canaima con suelos franco arcillosos, no se encontró respuesta a la aplicación del nitrógeno (Barrios *et al*, s.f.).

En Venezuela la respuesta al uso de fertilizantes encontrada en el ensayo de San Nicolás, indicó que hay un incremento notable en los rendimientos con la aplicación de nitrógeno del orden del 58% con dosis de 40 kg/Ha. de N comparado con el testigo absoluto (Barrios *et al*, s.f.).

Un estudio realizado en El Zamorano mostró diferencia entre un tipo de fertilización edáfica modificada de N a los 18-35 DDG (El 33% de nitrógeno restante fraccionado en dos partes, aplicándose a los 18 y 35 días después de la germinación al suelo) y fertilización foliar con 3 fraccionamientos (fraccionando el 33% de nitrógeno restante en tres partes, aplicados a los 15, 30 y 45 DDG). Estas

diferencias indicaron que a medida que se fraccionaba el nitrógeno, el aprovechamiento de este elemento se reducía cada vez más, por lo tanto la eficiencia de absorción pudo haber sido muy baja en las etapas más avanzadas (Pagoaga 2003).

Otro estudio fue realizado en Zamorano 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. La variable fenológica de altura de planta mostró diferencia significativa por efecto varietal, para días a floración se encontró diferencia por efecto de arreglos espaciales y para días a madurez fisiológica a la interacción Variedad x Densidad. Los análisis revelaron diferencias significativas en rendimiento; peso de 100 semillas y altura de planta por efectos varietales y número de granos por vaina por la interacción Variedad x Densidad. Las diferencias encontradas se debieron a la respuesta genética de cada variedad (Rosales 2003).

El objetivo principal de este estudio fue evaluar el efecto de tres poblaciones y dos niveles de nitrógeno sobre el desempeño de tres variedades mejoradas de frijol rojo. Dentro de los objetivos específicos: Determinar las respuestas de las tres variedades a los tratamientos, determinar el efecto de la densidad poblacional sobre el desempeño de las tres variedades de frijol, medir el efecto de los dos niveles de nitrógeno sobre las variedades y finalmente determinar la interacción entre poblaciones de frijol y niveles de nitrógeno.

MATERIALES Y MÉTODOS

UBICACIÓN

El estudio se llevó a cabo durante el período del 5 junio al 4 de septiembre de 2004, en La Chorrera de San Nicolás en el Zamorano, Honduras, ubicado a 30 km. sur este de Tegucigalpa a 800 msnm con una temperatura promedio anual de 24°C y precipitación promedio anual de 1100 mm.

Dos meses previo a la realización del ensayo se tomaron muestras de suelo de 0 a 30cm

FACTORES ESTUDIADOS

VARIETADES

Se utilizaron Tío Canela-75, Amadeus 77 y Carrizalito, todas de Tipo II y liberadas por el Programa de Investigación de Frijol (PIF) de Zamorano. Las características de estas se presentan a continuación.

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

Variedad	Características							
	APL	DF	DMF	DC	NVNS	NGRN	PG	REND
Tío Canela-75 ¹	50	36-38	66-68	75	29	6	21-23	2,750
Amadeus-77 ²	48	36-38	66-68	74	24	7	24-26	2,750
Carrizalito ³	56	35-37	68-70	77	28	7	21-23	3,150

Fuente: ¹ Rosas, J.C. (1996).

² Rosas, J.C. y Escoto, D. (2002a)

³ Rosas, J.C. y Escoto, D. (2002b)

APL= Altura de planta; DF= Días a floración; DMF= Días a madurez fisiológica; DC= Días a cosecha; NVNS= Número vainas/planta; NGRN= Número de granos/vaina; PG= Peso de 100 semillas; REND= Rendimiento.

POBLACIONES

Se compararon tres poblaciones: 150,000, 200,000 y 250,000 pl/ha. Estas poblaciones se lograron manteniendo la distancia entre hileras uniforme a 0.50m y variando la distancia entre plantas (0.08, 0.10 y 0.13m) para obtener las densidades enumeradas, respectivamente.

NIVELES DE NITRÓGENO

Se compararon 2 niveles de N; 100 y 200 kg/ha. Estos niveles totales de N incluyen los niveles en el suelo complementados con la aplicación de cantidades apropiadas de urea.

MANEJO AGRONÓMICO

Se preparó el suelo en forma convencional que consistió primero en pase de chapeadora, luego pase de rastra pesada, arado de disco y rastra pulidora. Luego se marcó el lote con una cultivadora que formó las hileras en las cuales estaban distribuidos los tratamientos.

Las variedades se sembraron en forma manual dos semillas por postura, para asegurar las poblaciones indicadas y a la aparición de la primera hoja verdadera se raleó para dejar una semilla y obtener las poblaciones determinadas. El distanciamiento entre plantas se midió con reglas de madera graduadas a los tres distanciamientos.

La fertilización basal se realizó en banda en forma manual después del raleo, aplicando el 100% del P (18-46-0) y el 50% de N, de acuerdo a los resultados del análisis y ajustando el P total a los requerimientos del cultivo.

El nitrógeno restante se aplicó a los 35 días después de la siembra en forma de urea, en banda para cada hilera.

El control de malezas se realizó manualmente a los 15, 35, 49 y 65 días después de la emergencia del cultivo. La maleza de mayor incidencia fue titonia (*Tithonia tubaeformis*).

No fue necesario el control fitosanitario, debido a que el ataque de plagas fue insignificante, detectándose únicamente un ataque de thrips a madurez fisiológica.

La cosecha se realizó en forma manual después de que el cultivo alcanzó madurez de cosecha y se hizo en tres partes debido a las condiciones climáticas y del cultivo hasta cosechar todo el experimento.

VARIABLES CONSIDERADAS

Fenológicas

Altura de la planta: Después de cosechadas se tomaron 6 plantas al azar dentro de cada parcela. Para este propósito se midieron desde la base del tallo hasta el último nudo.

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

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

Rendimiento y componentes

Rendimiento: kg/ha.

Vainas por planta: De la parcela útil se tomaron 20 plantas al azar y se contaron las vainas.

Granos por vaina: Se tomaron esas 20 plantas y de la parte media de la planta se tomó una vaina y se contó el número de granos.

Peso de 100 semillas: Se tomaron dos lotes de 100 granos cada uno y se pesaron.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se usó un arreglo factorial de $3 \times 3 \times 2$ en bloques completamente al azar (BCA) con cuatro repeticiones.

La unidad experimental consistió de cuatro hileras espaciadas a 0.5 m por 6 m de largo. El área útil consistió en las dos hileras centrales recortadas a 5.0 m.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Analizados en el programa estadístico SAS (Statistic Analysis System).

Se hizo un análisis de varianza (ANDEVA).

Separación de medias por SNK.

Se trabajó con un nivel de significancia de $P < 0.1$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La precipitación fue irregular en todas las etapas de desarrollo del cultivo, esto resultó en menos agua de lo normal, afectando todas las variables en comparación con los parámetros de las variedades cultivadas en ciclos normales, por lo que se tuvo que complementar con riego que igualmente resultó irregular (anexo 2).

Variabes fenológicas: Cuadro 2. El análisis estadístico mostró diferencias ($P<0.1$), en la altura de planta y días a floración por efectos varietales y por la interacción de poblaciones y niveles de N.

Cuadro 2 Efectos de las variedades, las poblaciones y los niveles de N sobre las variables fenológicas en frijol. Zamorano, Honduras, 2004.

Tratamientos			Variables fenológicas		
Variedad	Densidad (plantas/ha)	N (kg/ha)	Altura Planta (cm)	Días a floración	Días madurez fisiológica
Tío Canela-75	150,000	100	42	36	68
		200	38	35	68
	200,000	100	40	35	69
		200	40	36	68
	250,000	100	40	36	67
		200	42	36	74
Amadeus-77	150,000	100	46	36	68
		200	40	36	68
	200,000	100	43	36	67
		200	41	36	68
	250,000	100	43	36	68
		200	43	46	67
Carrizalito	150,000	100	32	36	68
		200	33	35	68
	200,000	100	34	35	67
		200	32	36	68
	250,000	100	33	36	67
		200	33	35	68
V			***	***	
D×N				*	
CV%			9.56	1.64	3.81
R ²			0.65	0.41	0.36

*($P<0.10$); ** ($P<0.05$); *** ($P<0.01$)

Efectos varietales

Se encontraron diferencias ($P < 0.1$) entre las variedades (Cuadro 3), siendo Amadeus-77 la que mostró un mayor desarrollo comparado con las demás variedades respecto a la altura de planta. Estas diferencias se debieron al efecto varietal.

Debido a que las precipitaciones fueron irregulares durante todas las etapas del cultivo, los promedios de altura de planta para cada variedad fueron inferiores a los obtenidos en condiciones normales (Cuadro 1).

Se encontraron diferencias ($P < 0.1$) en la variable días a floración entre las variedades (Cuadro 3) siendo la más tardía Amadeus-77. Los datos se encuentran dentro del rango comparados bajo condiciones normales.

Cuadro 3. Altura de la planta y días a floración en tres variedades de frijol. Zamorano, Honduras, 2004.

Variedades	Altura (cm)	Días a floración
Tío Canela-75	40 b*	35 b*
Amadeus-77	43 a	36 a
Carrizalito	34 c	35 b

*Medias con la misma letra dentro de la columna no son diferentes significativamente ($P < 0.1$), prueba SNK

Efectos de la interacción niveles de N y poblaciones

Se encontraron diferencias significativas en los días a floración por efecto de esta interacción (Cuadro 4), donde el nivel de N de 100 kg N/ha con población de 200,000 pl/ha prolongó esta variable lo que probablemente esta ligado a factores del ambiente.

Cuadro 4. Efecto de la interacción niveles de N y poblaciones sobre los días a floración. Zamorano, Honduras, 2004.

Niveles de N (kg/ha)	Población (plantas/ha)		
	150,000	200,000	250,000
100	35.83 a*	35.33 b	35.58 a
200	35.41 a	35.75 a	35.58 a

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

Rendimientos y componentes: Los efectos generales de los tratamientos sobre el Rendimiento y componentes se presentan en el Cuadro 6. El análisis estadístico reveló diferencias ($P \leq 0.1$) en rendimiento y sus componentes por diversos efectos simples e interacciones.

Cuadro 5. Efectos de las variedades, las poblaciones y los niveles de nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes. Zamorano, Honduras, 2004.

Tratamientos			Rendimientos y componentes			
Variedad	Densidad (plantas/ha)	N (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Número de vaina	Número de grano	Peso de 100 semillas
Tío Canela-75	150,000	100	1,319	17	5	20
		200	1,417	15	5	20
	200,000	100	1,129	12	4	20
		200	1,123	13	5	20
	250,000	100	1,645	11	4	19
		200	922	9	4	20
Amadeus-77	150,000	100	867	13	4	22
		200	1,070	14	5	23
	200,000	100	1,476	13	5	21
		200	1,433	13	5	21
	250,000	100	1,119	9	4	22
		200	874	10	5	22
Carrizalito	150,000	100	1,046	12	5	21
		200	1,472	14	4	22
	200,000	100	1,507	14	5	21
		200	1,479	15	5	20
	250,000	100	1,428	13	5	21
		200	1,372	11	5	21
V						***
D				***	*	*
V×D			*			
V×N					*	
D×N			*			
CV%			31	24	10	5.7
R ²			0.44	0.42	0.31	0.55

*($P < 0.10$); ** ($P < 0.05$); *** (0.01).

Efectos varietales

En cuanto al peso de grano se encontraron diferencias significativas entre las variedades (Cuadro 6), siendo superior la variedad Amadeus-77 comparado con Tío Canela-75 y Carrizalito.. Los valores reportados se encuentran dentro del rango esperado para Carrizalito y no así para Tío Canela-75 y Amadeus-77(Cuadro1) siendo inferiores.

Cuadro 6. Efecto de las variedades sobre peso de 100 semillas. Zamorano, Honduras, 2004.

Variedades	Peso de grano (g/100 semillas)
Tío Canlea-75	20 c*
Amadeus-77	22 a
Carrizalito	21 b

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

Efectos poblacionales

Las poblaciones produjeron diferencias significativas para el número de vainas (Cuadro 7), donde densidades de 150,000 y 200,000 pl/ha, fueron superiores comparados con densidades de 250,000 pl/ha. Estas diferencias significativas se debieron a que la competencia fue más crítica a densidades mayores mostrando una reducción en el número de vainas por planta, compitiendo así por luz, nutrientes, agua, O₂ y no así para poblaciones menores en las cuales contaban con mas espacio para su mejor desarrollo, por lo tanto expresar su potencial y producir más vainas por planta

Los valores fueron inferiores a los obtenidos bajo condiciones normales (Cuadro1) ya que fueron afectados por las condiciones en las que se llevo a cabo el ensayo.

Así mismo se encontraron diferencias significativas en el número de granos por vaina por efecto de poblaciones (Cuadro 7), siendo superiores a densidades de 150,000pl/ha, siendo igual ($P<0.1$) a densidades de 200,000pl/ha, esto implica una relación directa con el número de vainas indicado anteriormente, esto quiere decir que a poblaciones de 250,000pl/ha el números de vainas y granos se ve afectado por el efecto de competencia. Estas diferencias se traducen en que las plantas mostraron mejores desarrollos a distancias entre plantas más amplias, lo que se traduce en menor competencia entre las mismas.

Las poblaciones produjeron diferencias ($P<0.1$) en el peso de 100 semillas el cual fue mayor a densidades de 150,000 pl/ha (Cuadro 7) comparado con 200,000 pl/ha. Esto se debió probablemente al efecto poblacional el cual a mayor distancia entre plantas la competencia por nutrientes, agua y luz no es tan crítica como a distancias menores, en las cuales los granos se desarrollaron muy unidos y esto provocó que el tamaño se viera afectado.

Se notó una tendencia en las cuales a poblaciones de 250,000pl/ha los valores estadísticos son iguales a 150,000 pl/ha y 200,000 pl/ha, esto se debió probablemente a factores desconocidos del ambiente los cuales variaron el tamaño del grano a 250,000 pl/ha.

Cuadro 7. Efecto de las poblaciones sobre el número de vainas, número de grano y peso de 100 semillas. Zamorano, Honduras, 2004.

Población (plantas/ha)	Número vainas	Número grano	Peso 100 semillas
150,000	14 a*	5.0 a*	21.2 a*
200,000	13 a	4.6 ab	20.0 b
250,000	11 b	4.0 b	20.7 ab

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

Efecto de la interacción variedad y población

Se encontraron diferencias ($P<0.1$) por esta interacción (Cuadro 8) sobre los rendimientos donde la variedad Carrizalito y Tío Canela-75 obtuvieron los mayores rendimientos en todas las poblaciones. Amadeus-77 mostró el mejor rendimiento a densidades de 200,000 pl/ha y no así a densidades por debajo y por arriba de esta. Estas diferencias fueron significativas por efecto a su interacción. Sin embargo cabe mencionar que estas diferencias estuvieron ligadas a las características genéticas propias de cada variedad en la cual Carrizalito y Tío Canela-75 tuvieron un mejor desarrollo a las tres densidades, a pesar de que no muestran diferencias significativas.

Cuadro 8. Efecto de la interacción de las variedades y poblaciones sobre el rendimiento. Zamorano, Honduras, 2004.

Población (plantas/ha)	Variedad		
	Tío Canela-75	Amadeus-77	Carrizalito
150,000	1,368 a*	968 b	1,259 a
200,000	1,126 a	1,455 a	1,493 a
250,000	1,283 a	997 b	1,400 a

*Medias con la misma letra dentro de la columna no son diferentes significativamente ($P<0.1$), prueba SNK

Efecto de la interacción variedad y niveles de N

Se encontraron diferencias ($P<0.1$) por efecto de esta interacción sobre el número de granos/vaina (Cuadro 9), donde las variedad Amadeus-77 incrementó su número a niveles de 200kg N/ha y no así para la variedad Tío Canela-75 y Carrizalito respondieron de igual manera a niveles de 100kg N/ha como de 200 kg N/ha en los cuales se notó una pequeña tendencia decreciente a niveles de 200 kg N/ha. Mostrando

que Amadeus 77 posee en su genética la capacidad de responder a niveles mayores de 100 kg N/ha.

Cuadro 9. Efecto de la interacción de las variedades y niveles de N sobre el número de grano/vaina. Zamorano, Honduras, 2004.

Niveles de N (kg/ha)	Variedades		
	Tío Canela-75	Amadeus-77	Carrizalito
100	4.53 a*	4.38 b	4.69 a
200	4.51 a	4.81 a	4.53 a

*Medias con la misma letra dentro de la columna no son diferentes significativamente (P<0.1), prueba SNK

Efecto de la interacción poblaciones y niveles de N.

Se encontraron diferencias (P<0.1) por efecto de esta interacción (Cuadro 10) sobre el rendimiento, donde las densidades de 200,000 y 250,000pl/ha mostraron los mejores rendimientos a niveles de 100kg N/ha comparados con 150,000pl/ha, esto se debió a que la población además del efecto de malezas debido a que la distancia entre plantas fue mayor, no es suficiente para compensar las diferencias poblacionales.

Por otro lado se encontró que a niveles de 200kg/ha, densidades de 150000 y 200,000pl/ha mostraron los mejores rendimientos y no así para 250,000pl/ha el cual fue inferior, esto debido a que los componentes de rendimiento no fueron lo suficiente para compensar la cantidad ofertada de N y se comienza a reducir los rendimientos además del posible crecimiento vegetativo excesivo.

Cuadro 10. Efecto de la interacción niveles de N con las poblaciones sobre el rendimiento. Zamorano, Honduras, 2004.

Población (plantas/ha)	Niveles de N	
	100	200
150,000	1,077 b*	1,319 a
200,000	1,371 a	1,345 a
250,000	1,397 a	1,056 b

*Medias con la misma letra dentro de la columna no son diferentes significativamente (P<0.1), prueba SNK.

CONCLUSIONES

- El mejor desempeño entre tratamientos por efecto de interacción variedad y población la obtuvo la variedad Carrizalito y Tío Canela-75 en rendimientos entre las tres poblaciones en comparación con Amadeus-77 el cual mostró el mejor rendimiento a densidades de 200,000pl/ha. La variedad Amadeus-77 presentó el mayor tamaño de grano comparado con Tío Canela-75 y Carrizalito.
- El nitrógeno a niveles mayores de 100kg N/ha no tuvo efecto sobre los parámetros medidos ya que el cultivo no reaccionó positivamente a niveles superiores.
- Densidades de 150,000 y 200,000pl/ha tuvieron efecto en el número de vainas y granos/vaina siendo superiores comparados con densidades de 250,000pl/ha. Así mismo densidades de 150,000pl/ha tuvieron efecto sobre el tamaño del grano resultando ser mayor comparado con 200,000pl/ha, lo que es de esperarse por efectos de menor competencia entre plantas.
- La interacción entre poblaciones de frijol y niveles de nitrógeno tuvieron efecto sobre el rendimiento, donde las densidades de 200,000 y 250,000pl/ha mostraron los mejores rendimientos a niveles de 100kg N/ha y donde niveles de nitrógeno de 100kg N/ha prolongaron la floración en poblaciones de 200,000pl/ha.

RECOMENDACIONES

- Realizar este ensayo en épocas de siembra recomendadas bajo 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.
- Bajo condiciones de Zamorano, se recomienda usar las variedades Carrizalito-75 y Amadeus-77 a poblaciones de 200.000 pl/ha al nivel más bajo de N (100 kg N/ha).
- Fraccionar más los intervalos en los niveles de N con incrementos de 25-50kg N/ha desde los niveles más bajos, incluyendo un nivel más bajo de 75kg N/ha.
- Probar con otras variedades mejoradas con el fin de determinar su respuesta a tratamientos similares para ayudar a desarrollar su paquete tecnológico.

BIBLIOGRAFÍA

- Barrios, A.; Rodríguez, A.; Ortega, A.; Pérez, R. S. Resultados de ensayos de fertilización en frijol. Centro de Investigaciones Agronómicas. Venezuela(en línea). Disponible en: http://www.redpav-fpolar.info.ve/agrotrop/v20_5/v205a007.html
- Beaver, J. Rosas, JC. Investigación colaborativa de frijol en Centroamérica y el Caribe. Introducción. 1-2p.
- CIAT. 1975. Sistemas de producción de frijol. Agronomía.. Cali. Colombia. Osprey impresores Ltda. 64p.
- Chacín, F. 1983. Estudio de tres variedades y tres densidades de siembra en fríjol en la estación experimental de San Nicolás, estado Portuguesa. Venezuela. 38 p.
- Chonay, J. 1977. Relación de nitrógeno aplicado al suelo y la variación del contenido de proteína en el grano de frijol. Tesis Lic. Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 36p.
- DICTA. 1998. El cultivo del frijol. Guía para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores. Tegucigalpa, Honduras. Ediciones ZAS. 39 p.
- Howard, F. Gálvez, G. 1980. Problemas de producción de frijol. Enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas. Desórdenes Nutricionales. Cali, Colombia. CIAT. p 341.
- Molina, J. C.; Alfaro, N.; Herrera, R. 2002 Validación de cinco líneas mejoradas de frijol rojo en 26 localidades de los municipios de Condega y Pueblo Nuevo Departamento de Estelí. Estelí, Nicaragua.15p.
- Pagoaga Galeano, GA. 2003. Respuesta de tres variedades de frijol a cinco métodos de fertilización. Tesis Lic. Ing. Agr. Honduras. El Zamorano. 23p.
- Rosales Rodríguez, KH. 2003. Efecto del arreglo espacial en el rendimiento de tres variedades de frijol rojo. Tesis Lic. Ing. Agr. Honduras. El Zamorano. 19p.
- 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. 2001. 2001. Aplicación de metodologías participativas para el mejoramiento genético de Frijol en Honduras. Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Zamorano. Tegucigalpa, Honduras. Agronomía Mesoamericana 12(2): 219-228.

Rosas, J. C. 2003. El cultivo del frijol común en América Tropical. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. 2da edición. Imprenta Litocom. Tegucigalpa, Honduras. 57p

Rosas, J. C. 2003. Recomendaciones para el Manejo Agronómico del cultivo del Frijol. Programa de Investigaciones en frijol, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Imprenta Litocom. Tegucigalpa, Honduras. 33 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.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo del lote la Chorrera de San Nicolás.

Fecha de entrada: 27/05/2004

Fecha de salida: 10/06/2004

pH	5.2	Débilmente ácido
MO (%)	2.32	Bajo
NTOTAL (%)	0.12	Medio
P ppm (Disponible)	39	Alto
K ppm (Disponible)	386	Alto
Ca ppm (Disponible)	1570	Adecuado
Mg ppm (disponible)	120	Bajo

P, K, Ca, Mg: Solución extractora Mehlich 3

%M.O.: Método de walkley & Black

%Ntotal: 5% de M.O.

pH: Relación suelo agua 1:1

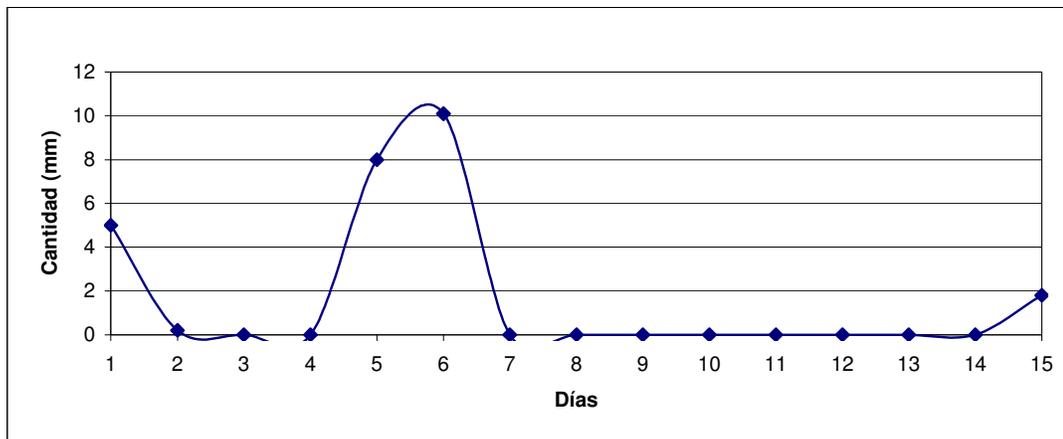
#Lab	Muestra	PH	%		ppm (extractable)			
			M.O.	N total	P	K	Ca	Mg
704	SN-CH	5.2	2.36	0.12	39	386	1570	120

Anexo 2. Distribución de la lluvia, riego aplicado y requerimientos del cultivo.

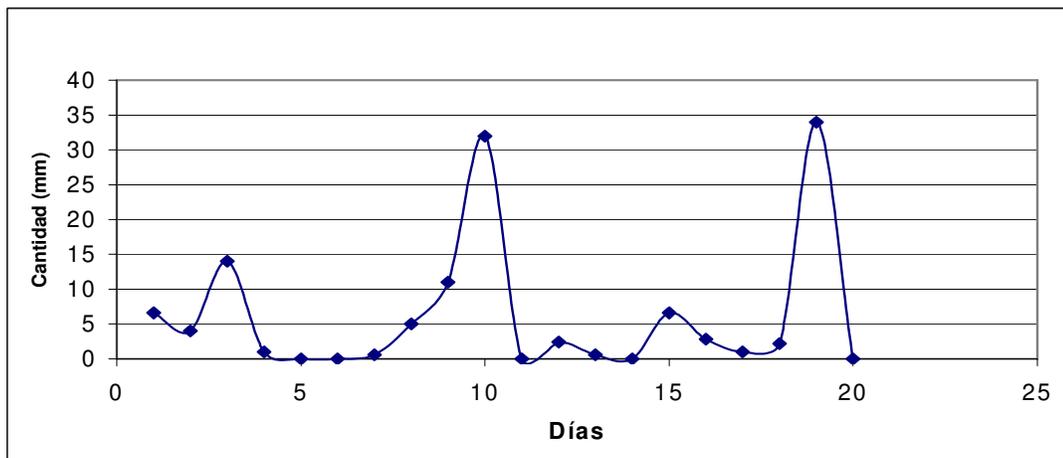
Etapas fisiológicas del frijol

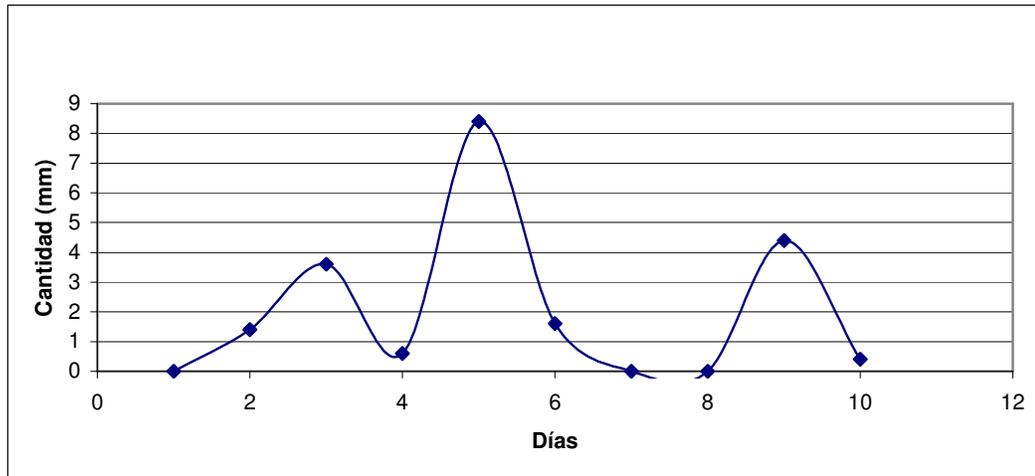
	Germinación y establecimiento	Crecimiento vegetativo	Floración	Madurez fisiológica
Intervalo(días)	0-15	16-35	36-45	46-70
Riego(ml)	0	50	0	0
Precipitación	26.1	73.7	20.4	93
Requerimiento	76	97	89	88
Diferencia	59.9	30.7	68.6	5

Anexo 3. Precipitación en la etapa germinación y establecimiento.



Anexo 4. Precipitación y riego en la etapa crecimiento vegetativo.



Anexo 5. Precipitación en la etapa de floración.**Anexo 6.** Precipitación etapa madurez fisiológica.