

FERTILIZACION NITRO-FOSFORICA Y DISTANCIA ENTRE HILERAS EN FRIJOL ADZUKI
(VIGNA ANGULARIS WILLD OHWI Y HOASHI) EN RIO FRIO* 1/

Hugo Hernández P.

Rodolfo Araya V.**

ABSTRACT

Effect of nitro-phosphoric fertilization and planting distance on Adzuki Bean (Vigna angularis Willd, Ohwi and Hoashi) Yield in Rio Frio, Costa Rica. The effect of three doses of nitrogen (0, 30 and 50 kg/ha as amonium nitrate), three doses of phosphorus (0, 50 and 100 kg/ha as triple superphosphate P_2O_5) and three planting distances between rows (0.2, 0.4 and 0.6 m²) with a population of 416,666 plants/ha) were evaluated on the yield of Adzuki bean (Vigna angularis Willd, Ohwi and Hoashi) in the period between September and December, 1984, at the Rio Frio Experimental Farm of the University of Costa Rica.

The grain yield was only affected by the distances between rows, which also influenced the number of pods/plant in the second picking and the weighted arithmetic mean number of pods in the first and second picking.

The phosphorus did not affect any of the variables (6.0 ug P/ml of soil).

The nitrogen at the rate of 60 kg/ha produced the largest number of pods/plant in the second picking and the higher weight arithmetic mean in the first and second picking. The interactions that showed a significant effect were the N doses x P doses for the number of grains/pod, and N doses x P doses x distances between rows for plant height.

The average grain yield was 1699 kg/ha. Although the rainfall was 1,786.9 mm during the vegetative cycle, there was no disease incidence. There was no lodging and the plants' height average was 0.36 m.

*Extracto de parte de la tesis de Ing. Agr. presentada por el primer autor a la Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica.

**Sección de Leguminosas de Grano, Estación Experimental Fabio Baudrit M. Apartado postal 183-4050, Alajuela, Costa Rica.

1/Los autores agradecen la financiación parcial a esta investigación brindada por la Universidad Estatal de Iowa, U.S.A.

INTRODUCCION

En Costa Rica existen zonas agrícolas, que por sus condiciones climáticas (cálidas y con alta pluviosidad) no son aptas para el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Por esta razón es necesario seleccionar otras leguminosas que puedan adaptarse a esas zonas y que sirvan como sustituto del frijol común o alternativa como fuente de proteínas.

El frijol adzuki presenta mayor tolerancia a plagas y enfermedades en comparación con el frijol común, en particular a la telaraña (*Thanatephorus cucumeris*), enfermedad muy frecuente en zonas tropicales muy húmedas. Sus semillas son de alto valor nutricional (21-23% de proteína, 65% de carbohidratos y 0,3% de aceite) y la harina que se obtiene de ellas se emplea en la preparación de queques y dulces; los granos germinados se utilizan como hortaliza. Además, se puede emplear como planta forrajera o medicinal (Andrade 1975; Duke 1981; Kay 1979; Sacks 1977).

Las distancias entre hileras de siembra empleadas para esta leguminosa varían entre 0,30 y 0,70 m, y para las distancias entre plantas, entre 0,05 y 12,5 m, (Andrade 1975; Delgado y Araya 1983; Duke 1981; Kay 1979, Lawn 1983 y Satoh 1974), lo que indica la variación debida al porte de las variedades, a efectos de desarrollo vegetativo motivados por el fotoperiodo, y a condiciones climáticas y edáficas. La variedad de adzuki UCR-1, se ha evaluado en dos zonas de Costa Rica (Delgado y Araya 1983; Escalante; Araya; Musmani y González 1985) y ha mostrado una altura de planta entre 0,23 y 0,41 m, la cual es inferior hasta en un 50% a la obtenida con frijol común de similar arquitectura por lo que se podría incrementar su producción de grano con base en una reducción de la distancia entre hileras de siembra.

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la interacción nitrógeno, fósforo y distancia entre hileras en el comportamiento agronómico del frijol adzuki en Río Frío.

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se efectuó en la Finca Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica ubicada en el cantón de Sarapiquí de la provincia de Heredia a 100 msnm. Tosi 1969 considera esta zona como representativa del bosque tropical muy húmedo. La temperatura y lluvia prevalecientes en la zona donde se ubicó el experimento se detallan en el Cuadro 1, y las características físico-químicas del suelo se observan en el Cuadro 2. Según Ugalde, 1981 el suelo es un Typic Distropept, bien drenado y moderadamente profundo que es muy frecuente en la región.

CUADRO 1. Condiciones climáticas durante el periodo en que se efectuó el experimento. Río Frío, Heredia, 1984.

Meses	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Lluvia (mm)	347,2	395,9	538,9	504,9
Temperatura máxima	31,5	30,9	32,6	32,1
(\bar{X} °C mínima)	21,2	21,5	20,5	19,3

FUENTE: Standard Fruit Company. Estación Meteorológica Zona de Río Frío. Sección Finca 6.

CUADRO 2. Análisis físico-químico del terreno donde se efectuó el experimento.

Valor	pH	ug/ml suelo				meq/100 ml suelo				M.O. %	%			Textura
		P	Zn	Mn	Cu	K	Ca	Mg	Al		Arena	Limo	Arc.	
5,5	6,0	1,2	4,0	3,0	0,41	9,5	1,4	0,25	12	64	20	16	Franco arenoso	

FUENTE: Laboratorio de Suelos, Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José, Costa Rica. 1984.

Se evaluó el efecto de tres dosis de nitrógeno 0-30 y 60 kg N/ha (nitrato de amonio, 33,5% de N), tres dosis de fósforo: 0, 50 y 100 kg P₂O₅ (triple superfosfato) y tres distancias entre hileras de siembra (0,2; 0,4 y 0,6 cm). La población fue de 416.666 plantas por hectárea en todos los tratamientos (distancia entre plantas de 0,12; 0,06 y 0,04 m para las distancias entre hileras de 0,2; 0,4 y 0,6 m respectivamente).

Se utilizó un diseño estadístico de bloques completos al azar, en un arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones. La parcela grande estuvo constituida por los tratamientos correspondientes al factorial 3 dosis de P₂O₅, y la parcela pequeña, por las distancias entre hileras.

La unidad experimental estuvo formada por hileras de 6 m de largo y 2,4 m de ancho (12; 6 y 4 hileras por parcela para las distancias entre hileras de 0,2; 0,4 y 0,6 m respectivamente). La parcela útil en todos los tratamientos, tuvo una área de 7,2 m² debido a que se eliminaron seis, tres y dos hileras bordes en las parcelas con distancias entre hileras de 0,2; 0,4 y 0,6 m respectivamente, y además la primera planta de cada uno de los extremos de las hileras.

Se utilizó el cultivar adzuki UCR-1 proveniente del banco de germoplasma de la Estación Experimental Fabio Baudrit M.

Se evaluaron las variables que a continuación se expresan, en toda la parcela útil, con excepción de los casos en que se especifica otro procedimiento: a. rendimiento en grano seco, b. número de vainas por planta, de la primera y de la segunda cosecha, así como el promedio ponderado de todas las vainas, estos datos se sometieron a la transformación \sqrt{x} , c. número de granos por vaina, con base en una muestra de 50 vainas por tratamiento, d. peso de 100 granos con base en todos los granos obtenidos para determinar el número de granos por vaina, e. altura de planta, de la base de la planta hasta el ápice de crecimiento, en diez plantas tomadas al azar por parcela útil.

El terreno donde se estableció el experimento se chapeó y luego se limpió a pala. El trazado de los surcos y la siembra se efectuó en forma manual.

La fertilización nitrogenada se efectuó a la siembra para las dosis de 0 y 30 kg N/ha, y fraccionada para la dosis de 60 kg N/ha (mitad a la siembra y la otra mitad 15 días después de la brotación).

Para el combate de malezas se aplicó a pre-brotación pendimetalin (Prowl 330 E) a razón de 125 cc/bomba con aspersora manual de 16 litros.

Para el combate del mal del talluelo causado por *Rhizoctonia solani* se aplicó captafol (Difolatán) mezclado con benomil (Benlate) asperjado a la base del tallo de las plantas.

Se efectuaron dos cosechas, la primera a los 65 días y la segunda a los 75 días.

RESULTADOS

Los resultados medios obtenidos se encuentran en los Cuadros 3, 4, 5 y 6. El rendimiento en grano solo fue afectado por las distancias entre hileras ($P \leq 0,01$) y las mejores producciones se obtuvieron a 0,2 y 0,4 metros entre hileras (1.760,8 y 1.819,5 kg/ha, respectivamente) y entre las cuales no hubo diferencia significativa, Cuadro 3.

También hubo diferencias significativas en las distancias entre hileras para el número de vainas por planta a segunda cosecha ($P \leq 0,01$) y número promedio ponderado de vainas de la primera y la segunda cosecha ($P \leq 0,05$). El efecto de este factor sobre el componente de rendimiento fue similar al observado para el rendimiento en grano.

Las dosis de fósforo no influyeron en ninguna de las variables evaluadas.

Las dosis de nitrógeno, Cuadro 4, afectaron el número de vainas por planta en la segunda cosecha ($P \leq 0,05$) y el promedio ponderado de la primera y segunda cosecha ($P \leq 0,01$). El mayor número de vainas por planta se obtuvo a 60 kg N/ha.

El número de granos por vaina solo se vió afectado ($P \leq 0,05$) por la interacción de nitrógeno x fósforo (Cuadro 5), en donde se observa que el menor número de granos por vaina se produjo cuando no se adicionó nitrógeno, ni fósforo. La altura de planta solo se vió afectada ($P \leq 0,05$) por la triple interacción (dosis de N x dosis de P x distancia entre hileras, Cuadro 6). En general cuando se utilizaron las mayores dosis de nitrógeno y fósforo se alcanzaron las mayores alturas de planta independientemente de la distancia entre hileras. El peso de 100 granos no fue afectado por los tratamientos evaluados. No se presentó acame de plantas ni hubo incidencia de enfermedades.

DISCUSION

La menor producción obtenida en este ensayo fue de 1517,7 kg/ha (0,6 m entre hileras) pero superó en 82,6% lo obtenido por Delgado y Araya 1983, (con este cultivar y en el mismo sitio, pero con una población de 250.000 plantas/ha y a 0,6 m entre hileras de siembra y una fertilización de 33,3; 43,7; 27,7 kg/ha de NPK respectivamente) y en 70,9% la producción obtenida en cinco fincas de agricultores en Río Frío (Universidad de Costa Rica, 1984) sin fertilización y a 0,4 m entre hileras y 0,2 m entre plantas. Esta mayor producción pudo deberse a diversos factores como la fertilidad de los suelos (en la investigación de Delgado y Araya 1983, sólo había de fósforo 1,0 ug/ml de suelo y en el presente experimento este fue de 6 ug/ml de suelo) y lluvia (fue menor en la presente investigación). Esto indica la importancia de continuar con la evaluación de fertilización N-P-K en otras

CUADRO 3. Efectos medios de las distancias entre hileras, sobre la producción de grano seco y otras variables agronómicas en la fertilización nitro-fosfórica y distancia entre hileras en el frijol adzuki (*Vigna angularis*) en Río Frío.

Distancia entre hileras (cm)	Producción de grano seco al 12% de humedad ² kg/7,2 m ²	NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA		Número de vainas por planta \bar{x} ponderado la. y 2da. cosecha	Número de granos por vaina ***	Peso de 100 granos (g)	Altura de planta (m)
		Ia. cosecha **	2da. cosecha ***				
0,20	1.2678 ^a	1760,8 ^a	3,3525 ^a	3,0200 ^a	2,8303 ^a	8,8852 ^a	0,3585 ^a
0,40	1.3100 ^a	1819,44 ^a	3,4215 ^a	3,0100 ^a	2,8258 ^a	8,8690 ^a	0,3576 ^a
0,60	1,0928 ^b	1517,77 ^b	3,3444 ^a	2,9100 ^b	2,8458 ^b	8,7724 ^a	0,3598 ^a
C.V.	25,0	----	7,2	9,4	6,2	4,8	21,3

*Promedios en una misma columna seguidos por una misma letra, no difieren significativamente entre sí, de acuerdo con la prueba de Duncan (5%)

**Datos transformados según fórmula \sqrt{x}

***Datos transformados según fórmula $\sqrt{x + 1/2}$

CUADRO 4. Valores promedio de las dosis de nitrógeno sobre la producción de grano seco y otras variables agronómicas en la fertilización nitro-fosfórica y distancia entre hileras en el frijol adzuki (*Vigna angularis*) en Río Frío.

Dosis de nitrógeno (kg/ha)	Producción de grano seco al 12% de humedad ² kg/7,2 m ²	NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA		Número de vainas por planta \bar{x} ponderado la. y 2da. cosecha	Número de granos por vaina ***	Peso de 100 granos (g)	Altura de planta (cm)
		Ia. cosecha **	2da. cosecha ***				
0	1,1838 ^a	1644,16 ^a	3,3025 ^a	2,9100 ^b	2,8275 ^a	8,9617 ^a	0,3465 ^a
30	1,2401 ^a	1722,36 ^a	3,3888 ^a	2,9700 ^b	2,8305 ^a	8,7862 ^a	0,3513 ^a
60	1,2466 ^a	1731,38 ^a	3,4271 ^a	3,0600 ^a	2,8440 ^a	8,7786 ^a	0,3781 ^a
C.V.	25,6	----	7,2	9,4	6,2	4,8	21,3

*Promedios en una misma columna seguidos por una misma letra, no difieren significativamente entre sí, de acuerdo con la prueba de Duncan (5%)

**Datos transformados según fórmula \sqrt{x}

***Datos transformados según fórmula $\sqrt{x + 1/2}$

CUADRO 5. Efecto de la interacción N x P x distancia entre hileras sobre la altura de planta, en el frijol adzuki (*Vigna angularis*) en Río Frío.

Interacción N - P kg/ha	ALTURA DE PLANTA (m)		
	DISTANCIA ENTRE HILERAS		
	0,2 m	0,4 m	0,6 m
0-0	0,3171EFa	0,3488CBa	0,3103Ea
0-50	0,3410DA	0,3595Ca	0,3435Da
0-100	0,3960Aa	0,3520CBa	0,3505Da
30-0	0,3068Fb	0,3565Dab	0,3949BCa
30-50	0,3290DEa	0,3600Ba	0,3272Da
30-100	0,3773BCa	0,3545Ba	0,3460Da
60-0	0,3688Ca	0,3468CBa	0,3440Da
60-50	0,3990Aa	0,3355Cb	0,3863Cab
60-100	0,3918ABa	0,4050Aa	0,4258Aa

C.V. = 10,7

*Promedios en una misma columna seguidos por una misma letra (mayúscula) no difieren significativamente entre sí, de acuerdo con la prueba de Duncan 5%.
 **Promedios en una misma hilera seguidos por una misma letra (minúscula) no difieren significativamente entre sí, de acuerdo con la prueba de Duncan 5%.

CUADRO 6. Efecto de la interacción N x P sobre el número de granos por vaina en el frijol adzuki (*Vigna angularis*) en Río Frío.

Dosis de N (kg/ha)	NUMERO DE GRANOS/VAINA***		
	0	50	100
0	2,77Bb	2,85Aa	2,86Aa
30	2,83ABa	2,83Aa	2,81Aa
60	2,84Aa	2,85Aa	2,83Aa

C.V. = 2,4

*Promedios en una misma columna seguidos por una misma letra (mayúscula) no difieren significativamente entre sí, de acuerdo con la prueba de Duncan 5%.

**Promedios en una misma hilera seguidos por una misma letra (minúscula) no difieren significativamente entre sí de acuerdo con la prueba de Duncan 5%.

***Datos transformados según fórmula $\sqrt{x + 1/2}$.

condiciones de suelo, épocas de siembra y poblaciones de plantas así como o tras distancias entre hileras. Esto último debido a que esta planta tiene arquitectura erecta, hábito de crecimiento similar al descrito para plantas de frijol de hábito I y pequeña altura de planta (\bar{X} 0,20 m).

La dosis de 60 kg N/ha influyó en un mayor número de vainas por planta debido posiblemente a un mayor aprovechamiento del nitrógeno al fraccionarse la aplicación, ya que, la cantidad de lluvia durante el primer mes de crecimiento del frijol (Cuadro 1) pudo lixiviar el nitrógeno adicionado. Sin embargo el mayor número de vainas por planta no influyó significativamente en los rendimientos debido a que esta diferencia fue muy reducida (0.5608; $P \leq 0,01$), y no influyó en un mayor número de granos por área.

RESUMEN

En la Finca Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica en Río Frío, durante el periodo comprendido entre setiembre y diciembre de 1984, se estudió el efecto de tres dosis de nitrógeno (0, 30 y 60 kg N/ha, fuente Nitrato de Amonio), tres dosis de fósforo (0; 50 y 100 kg P₂O₅; fuente Triple Superfosfato) y tres distancias entre hileras (0,2; 0,4 y 0,6 m, a una población de 416.666 plantas/ha) en el comportamiento agronómico del frijol adzuki (Vigna angularis).

El rendimiento en grano sólo fue afectado por las distancias entre hileras, las cuales también influyeron en el número de vainas por planta obtenido en la segunda cosecha y número de vainas por planta promedio ponderado de la. y 2da. cosecha.

Las dosis de fósforo no afectaron ninguna de las variables evaluadas (6,0 ug/ml de suelo de P en el suelo).

La dosis de 60 kg N/ha fue la que mostró el mayor número de vainas por planta en la 2da. cosecha y en el promedio ponderado de la 1a. y 2da. cosecha. Las interacciones que dieron efectos significativos fueron dosis de N x dosis de P₂O₅ x distancias entre hileras, para la altura de planta.

La producción promedio de grano fue de 1699 kg/ha. No hubo incidencia de enfermedades, sin embargo la lluvia durante el ciclo del cultivo fue de 1786,9 mm. Tampoco hubo acame de las plantas las cuales tuvieron una altura promedio de 0,36 m.

LITERATURA CITADA

1. ANDRADE, E. 1975. Estudio de fechas de siembra del frijol rojo Japonés. Agricultura Técnica en México. 3 (10): 393-396.
2. DELGADO, J.; ARAYA, V. 1983. Cultivares de Vigna spp bajo tres épocas de siembra en Río Frío. Boletín Técnico Estación Experimental Fabio Baudrit 16 (4): 1-6.
3. DUKE, J. 1981. Handbook of legumes of the World: economic importance. New York and London, Plenum Piess. p. 345.

4. ESCALANTE, M.; ARAYA, R.; MUSMANNI, M.; GONZALEZ, M. 1985. Evaluación de densidades de siembra en camote (*Ipomoea batata* (L.)) asociado con adzuki (*Vigna angularis* (Willd) Ohwi Hoashi) soya (*Glycine max* (L.) Merr) y rabiza (*Vigna unguiculata* (L) Walp). Boletín Técnico Estación Experimental Fabio Baudrit 18 (1): 1-7.
5. KAY, D. 1979. Food legumes. Londres. Tropical. Products Institute. p 435.
6. LAWN, R. 1983. Agronomic studies on *Vigna* spp en South Easter Queensland. III Responses to sowing awangement. Aust. J. Agriculture Research. 34: 505-515.
7. SACKS, F. 1977. A literatura review of *Phaseolus angularis*, the adzuki bean. Economic botany 31: 9-15.
8. SATOH, L. 1974. Responses of adzuki beans varieties to cultivating conditions. Bulletin of Hukkaido Prefectural Agricultural Experiment Station (29): 61-71.
9. TOSI JUNIOR, J.A. 1969. República de Costa Rica; mapa ecológico; según la clasificación de zona de vida del mundo de R.L. Holdrige. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical, Esc. 1:750000 Color.
10. UGALDE, M. 1981. Estudio semidetallado de suelos y clasificación por capacidad de uso de las tierras de la Estación Experimental de Río Frío. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía. p. 115.
11. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 1984. Desarrollo adaptación y transferencia de tecnología agrícola para los sistemas de cultivo de asentamientos campesinos de Río Frío, Costa Rica. Segundo Informe de progreso. Agosto 1984 - julio 1985. Proyecto UCR-CIID. San José. p. 98.