

EFFECTOS DE LAS DISTANCIAS DE SIEMBRA SOBRE LOS RENDIMIENTOS EN GRANO Y SUS COMPONENTES EN CARAOTA (*Phaseolus vulgaris* L.)*

BRUNO AÑEZ REVEROL**

ELOY TAVIRA D. **

RESUMEN

Este estudio fue realizado con el propósito de medir el efecto de las distancias de siembra sobre el rendimiento en semilla y otras características agronómicas de la caraota, en San Juan de Lagunillas del Edo. Mérida. Se probaron 6 distancias entre hileras (80; 60; 50; 40; 30 y 20 cm) y 4 distancias entre plantas (20, 15, 10 y 5 cm), en un arreglo de Parcelas Divididas en Bloques al Azar con 3 repeticiones. El rendimiento en semilla fue influido por las distancias entre hileras pero no por las distancias entre plantas ni por la interacción entre ambas. El mayor rendimiento (3,987,76 Kg/Ha, al 15,73 por ciento de humedad) se logró con distancias de 40x20 cm. El número de vainas por planta, disminuyó con la reducción tanto de las distancias entre hileras como de las distancias entre plantas. El número de semillas por vaina no fue influido por las distancias de siembra pero sí por su interacción, ésto fue debido al extraordinario valor (8,13) obtenido con las distancias 40x10 cm. La altura de las plantas a la floración y el peso de las semillas no mostraron diferencias significativas con las distancias probadas.

Los mayores porcentajes de pérdidas fueron debidos a la germinación, la cual disminuyó con la reducción de las distancias entre plantas. La mortalidad de las plantas después de la germinación no mostró variaciones significativas con las distancias de siembra empleadas.

ABSTRACT

The purpose of this work was to evaluate, the row and intrarow plant spacings effects on the grain yield and other agronomic characteristics of dry beans, at San Juan de Lagunillas, State of Mérida, Venezuela.

We test six row spacings (80,60,50,40,30 and 20 cm) and four intrarow plant spacings (20, 15,10 and 5 cm). The trial was conducted as split-plot factorial arrangement of treatments in a randomized complete blocks desing, with three replications.

The grain yield was affected by row spacings, but intrarow plant spacings and the row-intrarow plant spacings interaction had no significative differences. The higher grain yield (3.987,76 Kg/Ha at 15,73% moisture) was obtained with 40x20 cm row and intrarow plant spacings.

Pods/plant, decreased as the row and intrarow plant spacings decreased. Grains/pod, were no affected by the single treatments, however the row-intrarow plant spacings interaction showed significative differences. It was due to the remarkable value 8,13 g/p, obtained with 40x10 cm. Plant height and seed weights, were no affected by the row and intrarow plant spacings.

The seed germination percentage decreased as the row and intrarow plant spacings decreased. The plant mortality after seed germination was no affected by the row and intrarow plant spacings used.

* Recibido para su publicación el 14-10-1980

** Ing^o Agr^o M. Sc., Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIAP), Facultad de Ciencias Forestales Apdo. 220 U.L.A. Mérida - Venezuela.

INTRODUCCION

En los cultivos anuales parece existir una relación 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 (3,8,12).

En caraota, 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 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 (3,4,5,9,10).

La tendencia mundial es hacia el aumento de las poblaciones de plantas (12, 16, 17).

Las ventajas del aumento de población por estrechamiento de las distancias de siembra han sido enumeradas así: 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 (11).

REVISION DE LITERATURA

En América los estudios de poblaciones en caraota, han producido resultados muy variables. A lo largo del golfo de México se recomiendan distancias de siembra de 40 y 60 cm entre hileras y 10 cm entre plantas, la primera para siembras a mano y la segunda con animales o tractores (7). En el centro de México, Aguilar I., Fischer R., y Kohashis J., (2) usando tratamientos de densidad y entresaque, el más alto rendimiento en semillas (4210 Kg/Ha), se obtuvo con la más alta densidad (28,8 plantas x m²).

En Honduras Británica, se ha encontrado que los rendimientos de caraota con siembras en plano con una semilla por hueco, se han incrementado con el aumento de las poblaciones, pero que a espacios de 30 x 30 cm con 3 semillas por hueco, los rendimientos fueron tan buenos como a 30 x 15 cm con una semilla por golpe, al compararlos con 60 x 10 cm distancias usadas comúnmente (1).

En Costa Rica, Pinchinat (15), al estudiar los efectos del número de plantas por hectárea y por golpe, sobre los rendimientos en semillas secas; con poblaciones desde 100.000 hasta 400.000 plantas/Ha reporta que los rendimientos más altos 3400 Kg/Ha, se consiguieron con 100.000 plantas/Ha y un arreglo de 50 x 40 cm con dos semillas por golpe.

Campbell y Hodnett (6), trabajando en Trinidad, con diferentes arreglos de siembra y números de plantas/Ha, en ensayos realizados desde 1954 a 1958, mostraron que hubo una marcada relación entre los rendimientos y el número de plantas/Ha, y que las formas del arreglo de las poblaciones fueron de importancia secundaria. El máximo rendimiento se alcanzó con 279.400 plantas/Ha.

En Venezuela, Ortega y Barrios (13), lograron los mejores rendimientos con hileras pares 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.

Barrios y Ortega (4), comparando los resultados de 45 ensayos de rendimientos de caraota negra, 16 bajo riego y 29 de secano, concluyeron que los rendimientos se incrementaron con el aumento del número de plantas por hectárea.

Pérez Pérez (14), llegó a la conclusión que los mejores rendimientos en caraota se obtienen con siembras de 400.000 a 600.000 semillas/Ha.

Los objetivos de este trabajo fueron:

1. Conocer la influencia de las diferentes distancias de siembra sobre el rendimiento en semilla y otros caracteres agronómicos de la caraota.
2. Medir la mortalidad de plantas entre siembra y cosecha, para las diferentes distancias de siembra en estudio.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo de campo se realizó en la Estación Experimental del I.I.A.P., en San Juan de Lagunillas Edo. Mérida (08° 31' N, 71° 21' W), altitud 1104 m.s.n.m. precipitación promedio de 528 mm anuales y una temperatura media anual de 22°C. El suelo es franco-arcillo-arenoso, perteneciente a la serie Estanquillo. El análisis del horizonte superficial (0-20) cm dió los valores siguientes:

Ph	C.O.	N. Total	C/N	P. Olsen	K	Mg	Conductibilidad
1:2,H ₂ O	%	%	-	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.	Mhosx10 ⁻⁵
7,25	1,56	0,123	12,6	6	210	320	16,9

El ensayo fue montado el 12 de Febrero de 1976, con la variedad "Criolla de San Juan", usándose como diseño experimental, Bloques al Azar, con un arreglo en Parcelas Divididas, con 3 repeticiones y los tratamientos siguientes:

TRATAMIENTOS PARA LAS PARCELAS:

- A - 80 cm de distancia entre hileras
- B - 60 " " " " "
- C - 50 " " " " "
- D - 40 " " " " "
- E - 30 " " " " "
- F - 20 " " " " "

TRATAMIENTOS PARA LAS SUB-PARCELAS:

- 1. 20 cm de distancia entre plantas
- 2. 15 " " " " "
- 3. 10 " " " " "
- 4. 5 " " " " "

Se utilizó una semilla por golpe en todos los tratamientos.

La siembra fue realizada a mano sobre parcelas individuales de 4,8 m² y durante la misma, se aplicaron los fertilizantes a las dosis de 90, 40 y 90 Kg/Ha de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente, 5 cm al lado y un poco por debajo de la semilla.

Se le aplicaron los riegos, las fumigaciones de insecticidas y fungicidas y el control de malezas necesarios, para garantizar la buena marcha del cultivo.

A los siete días después de la siembra se hizo un conteo de germinación en todos los tratamientos y se tomaron las alturas de las plantas a la floración.

La cosecha se efectuó el 5-5-1976, sobre un área de 3,84m² para todos los tratamientos, haciéndose las anotaciones siguientes: número de plantas cosechadas por tratamiento, número de vainas/planta, promedio de 30 plantas por tratamiento, número de semillas por vaina, promedio de 30 vainas por tratamiento, peso de 100 semillas por tratamiento y peso de las semillas cosechadas al 15,73 por ciento de humedad en 3,84m² por tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

ALTURA DE LAS PLANTAS.

Los datos obtenidos a la floración de las plantas, alrededor de 50 días después de la siembra, no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. Se observó sin embargo una tendencia a aumentar las alturas a medida que disminuían las distancias de siembra, (tablas 1 y 2), pero sin llegar a producirse una competencia exagerada en las máximas poblaciones usadas bajo las condiciones del ensayo. Esto concuerda con resultados de trabajos anteriores en la misma zona (3).

TABLA 1. Valores medios de rendimiento en semillas, y otras características agronómicas de la caraota, a diferentes distancias entre hileras.

Tratamientos	Rendimiento en semilla	Altura a la floración	Germinación	Plantas a la cosecha	Vaina/Planta	Semillas/Vaina	Peso de 100 semillas
Distancia en cm	Kg/Ha	cm	Porcentaje	Porcentaje	Número	Número	g
80	1763,02 b	43,07 a	81,17 a	99,07 a	16,34 ab	6,69 a	19,67 a
60	2354,74ab	47,88 a	87,60 a	99,50 a	17,47 a	6,55 a	20,17 a
50	2321,69ab	45,42 a	88,33 a	99,65 a	13,64 ab	6,51 a	20,38 a
40	3422,50 a	46,91 a	87,34 a	99,91 a	12,24 bc	6,87 a	19,70 a
30	2236,93ab	48,14 a	89,70 a	98,63 a	8,60 cd	6,40 a	19,37 a
20	1704,69 b	49,38 a	87,20 a	96,08 a	6,38 d	6,45 a	19,04 a
C.V.	31,62%	16,67%	7,29%	8,52%	18,54%	7,6%	4,25%

Las medias en la misma columna seguidas por la misma letra, no son significativamente diferentes al nivel del 5 por ciento, de acuerdo a la prueba de Tukey modificada.

TABLA 2. Valores medios de rendimiento en semillas, y otras características agronómicas de la caraota, a diferentes distancias entre plantas.

Tratamientos	Rendimiento en semillas	Altura a la floración	Germinación	Plantas a la cosecha	Vaina/Planta	Semillas/Vaina	Peso de 100 semillas
Distancia en cm	Kg/Ha	cm	Porcentaje	Porcentaje	Número	Número	g
20	2387,32 a	45,63 a	93,09 a	99,83 a	15,82 a	6,63 a	19,81 a
15	2341,61 a	46,74 a	90,78 ab	98,64 a	14,08 a	6,57 a	19,75 a
10	2208,39 a	46,57 a	83,75 bc	98,77 a	11,13 b	6,72 a	19,76 a
5	2265,05 a	48,25 a	78,24 c	98,75 a	8,76 b	6,40 a	19,56 a
C.V	21,64%	7,36%	5,99%	8,97%	18,53%	6,45%	6,19%

Las medias en la misma columna seguidas por la misma letra, no son significativamente diferentes al nivel del 5 por ciento, de acuerdo a la prueba de Tukey modificada.

COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

El número de vainas por planta, fue marcadamente influido por los tratamientos. A medida que disminuyeron las distancias de siembra disminuyó también el número de vainas por planta (tablas, 1 y 2). El análisis estadístico reveló también diferencias significativas para la interacción distancia entre hileras x distancia entre plantas (Fig. 1). La significancia solo se obtuvo para 60,50 y 40 cm de distancias entre hileras, con las mayores distancias entre plantas (tabla 3). Los resultados se asemejan a los obtenidos por Añez y Leakey (3 y 9).

FIGURA 1. — RESPUESTA DEL NUMERO DE SEMILLAS POR VAINA , A LAS DISTANCIAS DE SIEMBRA ENTRE PLANTAS , BAJO SEIS DISTANCIAS ENTRE HILERAS EN CARAOTA

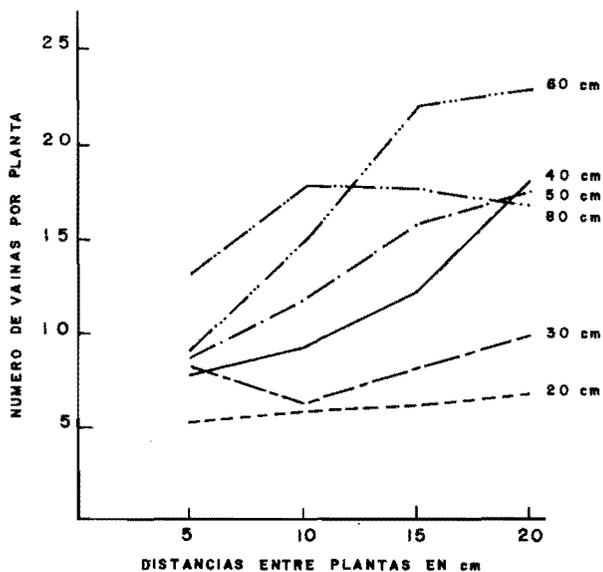


Fig. 1

FIGURA 2 — RESPUESTA DEL NUMERO DE SEMILLAS POR VAINA , A LAS DISTANCIAS DE SIEMBRA ENTRE PLANTAS , BAJO SEIS DISTANCIAS ENTRE HILERAS EN CARAOTA

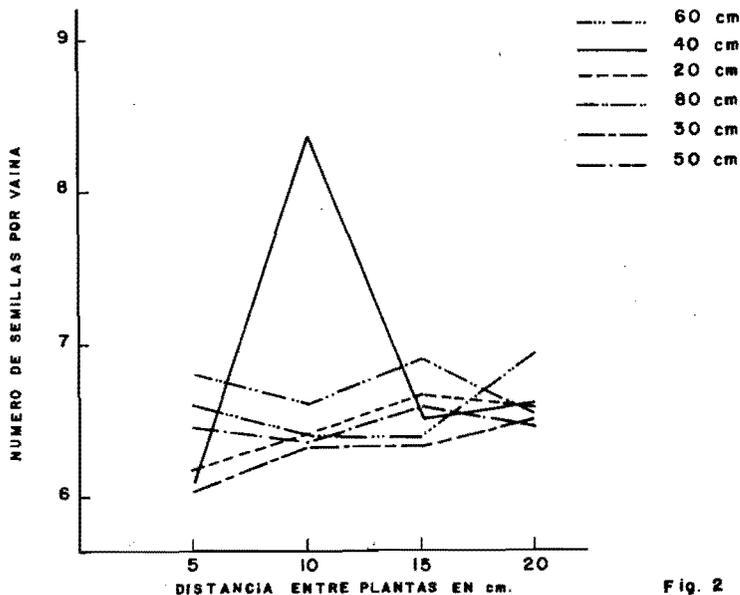


Fig. 2

TABLA 3. Valores medios del número de vainas por planta a diferentes distancias de siembra en caraota.

Distancias entre hileras cm	Distancias entre plantas en cm			
	20	15	10	5
80	16,87	17,5	17,8	13,2
60	23,27 a	22,4 a	15,2 b	9,0 b
50	16,67 a	16,07 a	12,07ab	8,77 b
40	18,77 a	12,83 ab	9,50 b	7,87 b
30	10,77	8,90	6,37	8,37
20	7,60	6,77	5,83	5,33

Las medias en la misma hilera seguidas por la misma letra, no son significativamente diferentes al nivel del 5 por ciento, de acuerdo a la prueba de Tukey, modificada.

El número de semillas por vaina, no mostró diferencias significativas con las distancias entre hileras y entre plantas usadas (tablas, 1 y 2). La interacción entre ambas distancias reveló diferencias significativas, pero solo para 40 cm de distancia entre hileras. Esto fue debido al valor 8,13 extraordinariamente alto, obtenido con la interacción 40 x 10 cm (Fig. 2). La significancia difiere de los resultados señalados por la literatura (2,3,9).

El peso de las semillas no fue influido significativamente por los tratamientos (tablas, 1 y 2).

RENDIMIENTO EN SEMILLAS

El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre los rendimientos, a las diferentes distancias entre hileras (tabla 1); las distancias entre plantas y las interacciones no arrojaron diferencias significativas (tabla 2). Los más altos rendimientos en Kg/Ha al 15,73 por ciento de humedad, se obtuvieron con 30,40,50 y 60 cm de distancia entre hileras, sobresaliendo 40 cm de distancia entre hileras x 20 cm entre plantas con 3987,76 Kg/Ha. (tabla 4).

MORTALIDAD

Las distancias entre hileras no influyeron significativamente sobre la germinación (tabla 1). Las distancias entre plantas por el contrario tuvieron un efecto significativo sobre la germinación, la cual decreció a medida que aumentaron las poblaciones por disminución de las distancias entre plantas (tabla 2). La interacción entre las distancias de siembra no mostró significancia.

La mortalidad de plantas ocurrida entre la germinación y la cosecha no fue afectada por las distancias de siembra empleadas (tablas 1 y 2). Los resultados concuerdan con los obtenidos por Añez y Barrios (3 y 5), de que los mayores porcentajes de pérdidas en caraota, se deben a problemas en la germinación de las semillas, y con Leakey (9), en cuanto a que las pérdidas son mayores a medida que aumentan las poblaciones.

TABLA 4. Valores medios de rendimiento en Kg/Ha , de semillas de caraota a diferentes distancias de siembra.

Distancias entre hileras. cm	Distancias entre Plantas en cm			
	20	15	10	5
80	1.551,74	1.758,85	1.848,44	1.893,06
60	2.392,45	2.596,01	2.274,22	2.156,25
50	2.381,25	2.375,61	2.314,06	2.215,80
40	3.987,76	3.373,44	3.106,16	3.222,57
30	2.470,83	2.099,05	2.189,24	2.188,63
20	1.539,84	1.846,79	1.518,14	1.913,98

RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos, se recomienda a los productores sembrar, la caraota a 40 cm de distancia entre hilera y a 20 cm de distancia entre plantas, con una semilla por golpe y con una población de 125.000 plantas/Ha.

LITERATURA CITADA

1. ANONIMO. *Investigations on beans growing. Ann. Rep. Dep. Br. Honduras* p. 9-14.1965.
2. AGUILAR, M. Immer.; R.A. FISCHER & Joshue KOHASHIS. *Effect of plant density and thinning, on highyielding dry beans (Phaseolus vulgaris L.)* In: México. *Expl. Agric.* 13:325-335. 1977.
3. AÑEZ REVEROL, Bruno. *Estudio del arreglo espacial o rectangularidad en caraota (Phaseolus vulgaris L.) manteniendo constante la densidad de siembra.* IIAP,FCF, ULA. Mérida p. 49. 1975.
4. BARRIOS, A., & S. ORTEGA. *Población y rendimiento de caraota negra (Phaseolus vulgaris L.) bajo condiciones de riego y secano.* 1972. *Agronomía Tropical* 22:391-396.1972.
5. BARRIOS A. ORTEGA S., & O. LOPEZ. *Causas de bajas poblaciones de plantas en el cultivo de la caraota (Phaseolus vulgaris L.).* *Agronomía Tropical.* 26:172-177. 1976.
6. CAMPBELL, J.S. & G.E. HODNETT. *Spacing experiments with dwarf beans (Phaseolus vulgaris L.)* in *Trinidad Tropical Agriculture* 37:265-268.1960.
7. CARDENAS, R.F. *La densidad de siembra influye en el rendimiento del frijol.* 1961-62. *Agricultura Técnica México* 12, p.6-8.
8. DUNCAN, William G. *Cultural manipulation for higher yields.* In *Physiological aspects of crop yield.* A.S.A. Madison. Wisconsin p. 327-339.1970.
9. LEAKEY, C.L.A. *The effect of plant population and fertility level on yield and its components in two determinate cultivars of Phaseolus vulgaris (L.).* *Savi Journal Agricultural Science Cambridge* 79: 259-267. 1972.