

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA DISTRIBUCION DE MATERIA SECA  
EN LA PLANTA DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)<sup>1</sup>

F. DIAZ M.\*  
E. AGUILAR\*\*

Summary

*The purpose of this study was to evaluate the effect of sowing at four different densities on the production of dry weight per square meter, dry weight per plant, and relative distribution of dry weight among different parts of the plant in four varieties of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). The four varieties were sown at 6, 12, 24 and 48 plants per square meter; plants were selectively removed 15 days after emergence to achieve these densities. The plot dimension was 24 m<sup>2</sup>; the statistical design used was a split plot with four replications per variety, where the major effect was the variety and the minor effect was the density. In the harvest period, 10 m<sup>2</sup> per variety were sampled and one additional sample of 1 m<sup>2</sup> was taken for studying only the yield components. This material was dried and the following were recorded: a) Dry weight of vegetative aerial structures, b) Dry weight of reproductive structures (pods and seeds), c) Dry weight of roots*

*As sowing density increased, total dry weight per area increased, but dry weight per plant decreased; weight reduction was greatest in the reproductive structures (pods and seeds). Relative weight of branches increased at higher densities, but relative weight of the main stem remained constant. As sowing density increased, relative weight of green leaves, pods and seeds produced on branches decreased, but the relative weight of the same structures produced on the main stem increased.*

Introducción

**E**n forma general se encuentra que a medida que aumenta el número de plantas de frijol por unidad de área de siembra, el peso seco por planta disminuye; esta disminución en peso seco está acompañada de una disminución en el peso seco de las semillas por planta, y el rendimiento baja.

Cuando la densidad es alta, se incrementan los valores de índice de área foliar, pero éstos no siempre se correlacionan positivamente con el rendimiento del grano. Cuando la densidad es menor, las plantas

presentan valores más altos de área foliar, lo que se traduce en mayor rendimiento por planta, sin embargo este mayor rendimiento por planta, en muchos casos no alcanza a compensar la capacidad productiva de poblaciones mayores (10).

Escalante (9) trabajando con frijol, encontró que el rendimiento y la producción de materia seca total por planta, mostraron valores más altos en bajas densidades de población y que estos valores tendían a disminuir conforme se incrementaba la densidad; en esta misma línea Lugo-López *et al.* (16) encontraron que cuando en frijol, la distancia de siembra entre las plantas se disminuyó, el peso de éstas y de las vainas disminuyó.

En frijol, el rendimiento de semillas por metro cuadrado fue significativamente mayor a una alta densidad de plantas; se atribuyó el incremento en el rendimiento de semillas por planta, parcialmente al número de vainas y parcialmente a un mayor índice de área foliar, Mahatanya (18).

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 17 de noviembre de 1982.  
Los autores agradecen la colaboración prestada por el CIAT, en la realización de esta investigación.

\* Departamento de Biología — Universidad del Valle, Cali, Colombia

\*\* Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia

Alvim y Alvim (1) usaron frijol, y encontraron que a medida que aumenta la densidad poblacional el peso seco y el área foliar por planta disminuyeron. Magalhaes y Montojos (17) señalan que cuando se siembra frijol, en regiones de alta iluminación, se incrementa el peso seco por planta y que esto se debe básicamente a un incremento en el índice de área foliar, sin embargo, Stang (22) informa que las plantas de frijol que mostraron mayor área foliar durante el periodo reproductivo tenían menor rendimiento de vainas.

Westermann y Crothers (24) informan que en frijol, en las variedades determinadas el número de semillas por vaina y el peso de las semillas aumenta a medida que la densidad de siembra disminuye.

Estudiando el efecto de la densidad de siembra, Escalante (9) muestra que en frijol hay un mecanismo de compensación entre el rendimiento por planta y el número de plantas por metro cuadrado, y opera de tal forma, que a menor número de plantas por metro cuadrado mayor rendimiento por planta; igualmente González (12) señala, que en frijol los componentes del rendimiento se compensan; por tanto, las características que individualmente no tienen estrecha relación con el rendimiento, en conjunto influyen sobre el producto final.

El objeto del presente trabajo fue el de estudiar el efecto de cuatro densidades de siembra en la distribución de materia seca en plantas de cuatro cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris*), dos cultivares de hábito II (Ica Pijao y Porrillo Sintético) y las otras dos de hábito III (Puebla 152 y P 006).

### Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en el año de 1976, en un terreno de textura arcillosa pesada, con buenos niveles de fertilización y localizado en la granja experimental del CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) en el Municipio de Palmira, Colombia.

El centro está situado a 3° 27' 21" latitud norte y 76° 26' 10" latitud oeste, a una altura de 1 006 m sobre el nivel del mar. La pluviosidad anual promedio es de 1 124 mm y la temperatura promedio de 23.9°C. Se ensayaron cuatro densidades de siembra, a saber: 6, 12 y 48 plantas por m<sup>2</sup> (60 000, 120 000, 240 000 y 480 000 plantas por ha). Las densidades se establecieron al raleo, el cual se efectuó 15 días después de la brotación. El tamaño de la parcela fue de 24 m<sup>2</sup>. El diseño estadístico usado fue el de parcelas divididas en cuatro replicaciones por variedad, donde el efecto mayor fue la variedad y el efecto menor la densidad de siembra.

Las variedades estudiadas fueron Ica Pijao (Colombia), Porrillo Sintético (Honduras), Puebla 152 (México) y P 006 (EE. UU.); las dos primeras variedades pertenecen al tipo II o sea crecimiento indeterminado de guía corta y las dos últimas al tipo III, de crecimiento indeterminado y guía larga pero no trepadora. Antes de la siembra las semillas fueron tratadas con arazán y al suelo se le aplicó como herbicidas pre-emergentes una mezcla de Afalón-Preflorán en una dosis de 1 kg y 7 litros por hectárea respectivamente. La siembra se hizo en camas de 1 m de ancho y 56 cm de cresta, colocando dos surcos por cama a una distancia de 35 cm.

Para este estudio, en la época de cosecha se muestrearon 10 m<sup>2</sup> por variedad; además se tomó una muestra adicional de 1 m<sup>2</sup> para estudiar solamente los componentes del rendimiento. En el momento del muestreo se recogió del suelo todo el material vegetativo y reproductivo que se hubiesen desprendido de las plantas; este material fue secado en una estufa a 90°C hasta peso seco constante.

Las variables analizadas fueron:

#### a) Estructuras vegetativas aéreas.

1. Peso seco del tallo principal y de las ramas.
2. Peso seco de las hojas verdes en el tallo principal y en las ramas.
3. Peso seco de las hojas amarillas.
4. Peso seco de los peciolo.

#### b) Estructuras reproductivas

1. Peso seco de las vainas en el tallo principal y en las ramas.
2. Peso seco de las semillas en el tallo principal y en las ramas.

#### c) Raíces

1. Peso seco de las raíces.

### Resultados y discusión

Durante el tiempo de ensayo las condiciones de temperatura fueron normales, con un promedio de 23.8°C, pero las condiciones de precipitación fueron bajas (10 mm en promedio) por lo cual fue necesario aplicar riego por gravedad. En el Cuadro 1 se muestran los promedios de pesos de las estructuras vege-

Cuadro 1. Promedio de los pesos secos de las estructuras vegetativas y reproductivas en cuatro cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris*) sembrados a cuatro densidades. Datos en gramos por metro cuadrado.

Variedad	Densidad pl/m <sup>2</sup>	PRS g/m <sup>2</sup>	PSTR g/m <sup>2</sup>	PSHV g/m <sup>2</sup>	PSV g/m <sup>2</sup>	PSS g/m <sup>2</sup>	PSPe g/m <sup>2</sup>	PSHA g/m <sup>2</sup>	PST g/m <sup>2</sup>
Ica Pijao (II)	6	11.8	190.0	86.7	59.6	214.2	29.9	4.3	597.0
	12	19.2	268.0	106.6	66.7	251.2	42.0	19.9	773.6
	24	21.2	265.2	102.0	68.5	257.2	42.1	18.7	774.9
	48	25.2	333.6	123.6	71.0	269.1	53.2	30.4	904.8
Porrillo Sintético (II)	6	12.5	187.4	72.6	72.1	217.1	29.3	6.8	597.7
	12	16.9	251.2	106.2	71.3	236.6	41.1	15.7	739.0
	24	22.0	275.2	110.4	79.7	264.0	43.8	12.7	807.8
	48	23.9	310.0	108.9	73.4	239.3	51.2	24.7	831.4
P 006 (III)	6	10.4	196.9	88.7	84.3	212.0	29.5	3.2	625.0
	12	11.4	230.0	95.1	77.0	228.1	36.4	7.5	685.5
	24	13.0	278.4	123.3	77.6	225.0	39.0	19.5	775.8
	48	16.0	288.0	114.0	70.6	224.6	51.8	30.2	795.2
Puebla 152 (III)	6	6.6	163.1	79.9	62.2	263.2	29.5	10.0	614.5
	12	8.4	217.5	101.3	60.2	267.6	36.5	13.8	705.3
	24	9.5	282.3	127.5	58.3	269.3	44.6	19.5	810.9
	48	13.4	331.8	139.5	65.6	277.4	51.8	25.1	904.6

PSR = Peso seco de las raíces.

PSS = Peso seco de las semillas.

PSTR = Peso seco del tallo principal y las ramas.

PSPe = Peso seco de los peciolos.

PSHV = Peso seco de las hojas verdes.

PSHA = Peso seco de las hojas amarillas.

PSV = Peso seco de las vainas (pericarpio).

PST = Peso seco total de las estructuras.

tativas y reproductivas. Como se observa en el Cuadro 1, a medida que aumenta la densidad de siembra aumenta el peso seco total por m<sup>2</sup> en todas las variedades; al realizar el análisis de varianza para esta medida se encontraron diferencias altamente significativas para el efecto de densidad, lo que señala respuestas diferentes en cada una de las variedades. La mayor parte del peso seco total está aportado por las ramas, el tallo principal y las semillas; estas tres estructuras alcanzan en promedio un 68% del peso seco total y las demás estructuras, hojas verdes, hojas amarillas, peciolos y vainas, aportan el restante 32% (Figuras 1, 2, 3 y 4).

El peso del tallo principal y ramas (PSTR) tienen mayor valor a medida que aumenta la densidad de siembra, el valor promedio de esta variable para las cuatro variedades es de 30.5% a 35.8% a 6 y 48 plantas/m<sup>2</sup> respectivamente, al realizar el análisis de varianza para esta medida se hallaron diferencias altamente significativas para densidad, lo que indica que la densidad de siembra afecta el tamaño de las partes de la planta. En efecto, Mosley (19) señala

que en frijol, cuando se siembra a altas densidades disminuye tanto el número como el tamaño de las partes de la planta.

En las semillas se encuentra que a mayor densidad de siembra mayor peso seco por m<sup>2</sup>, pero el valor relativo desciende; esto posiblemente se deba a una mayor pérdida en el número de estructuras reproductivas por efecto de la densidad de siembra, así lo señalan varios autores (10, 16, 20); los valores promedios para las cuatro variedades en el peso de las semillas va desde 37% hasta 29% a 6 y 48 plantas por m<sup>2</sup> respectivamente.

En la Figura 9 se muestra el valor porcentual del peso seco de las semillas en las ramas y por m<sup>2</sup>. A medida que aumenta la densidad de siembra, menor es el aporte de las ramas, lo que muestra que el rendimiento se va localizando en el tallo principal y que hay respuesta diferente de cada uno de los hábitos, ya que el hábito III ve menos reducido su rendimiento en las ramas que las variedades de hábito II; la variedad que mejor reparte sus semillas es Puebla

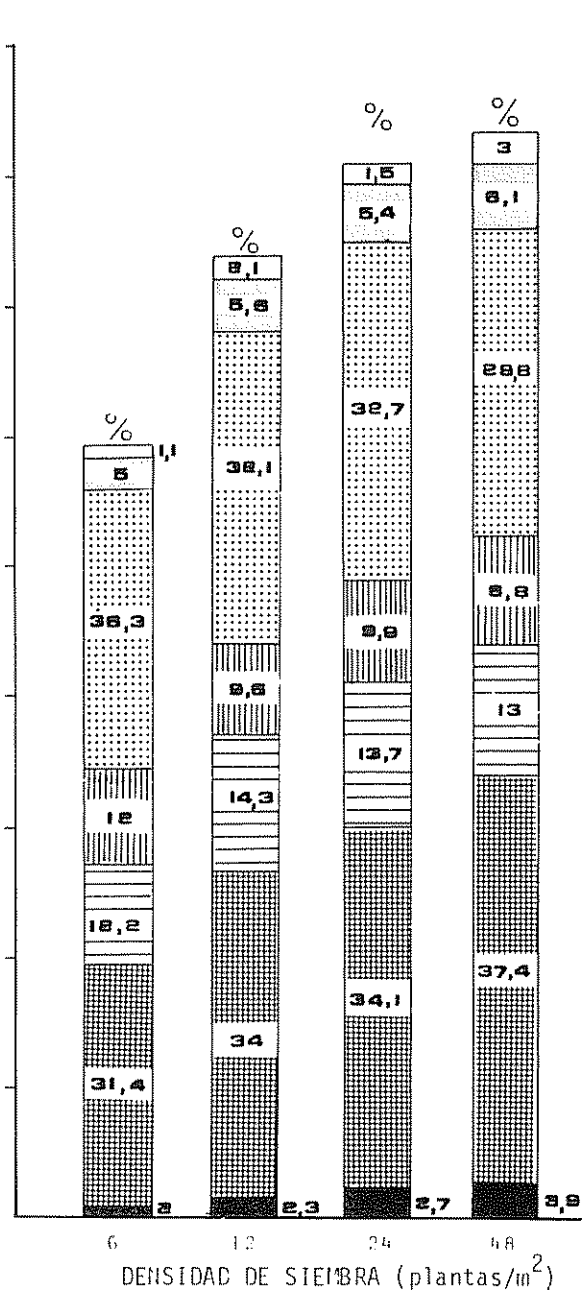
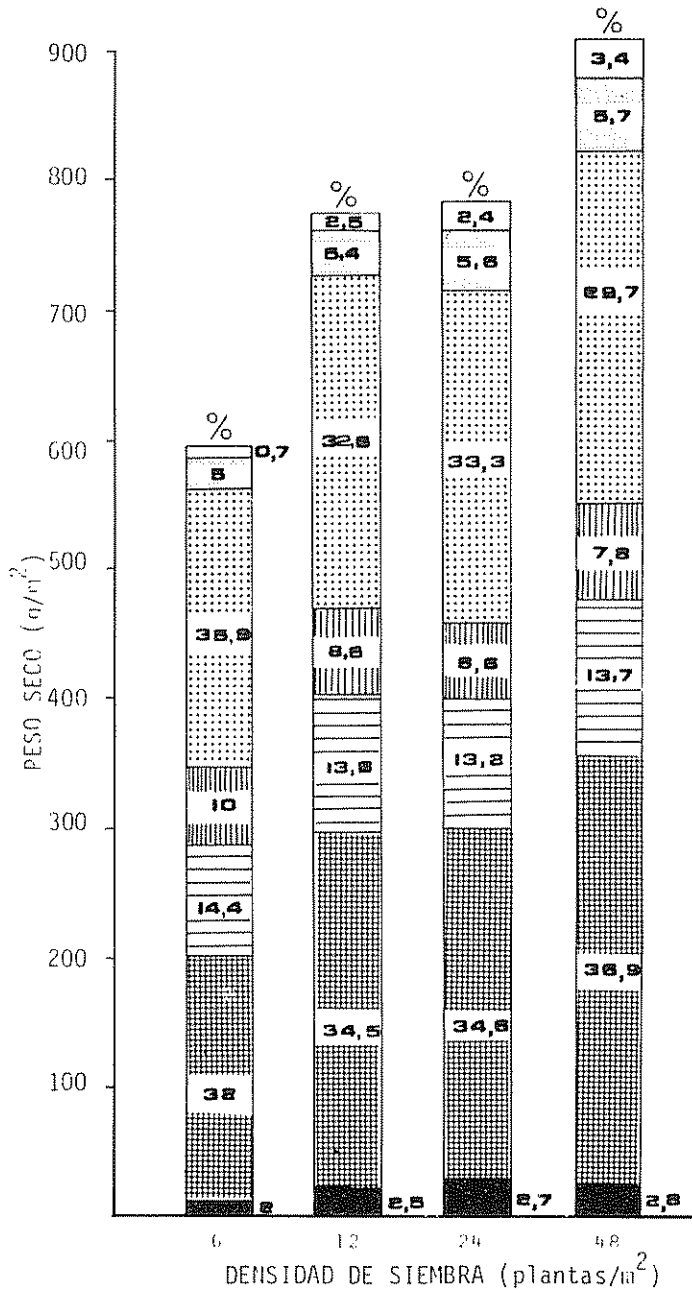
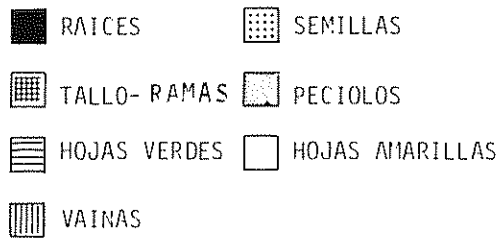


Fig 1 Distribución porcentual del peso de las diferentes estructuras de la variedad ICA PIJAO, sembrada a cuatro densidades de población. Datos en g/m<sup>2</sup>.

Fig 2. Distribución porcentual del peso seco de las diferentes estructuras de la variedad PORRILLO SINIETICO, sembrado a cuatro densidades de población. Datos en g/m<sup>2</sup>.

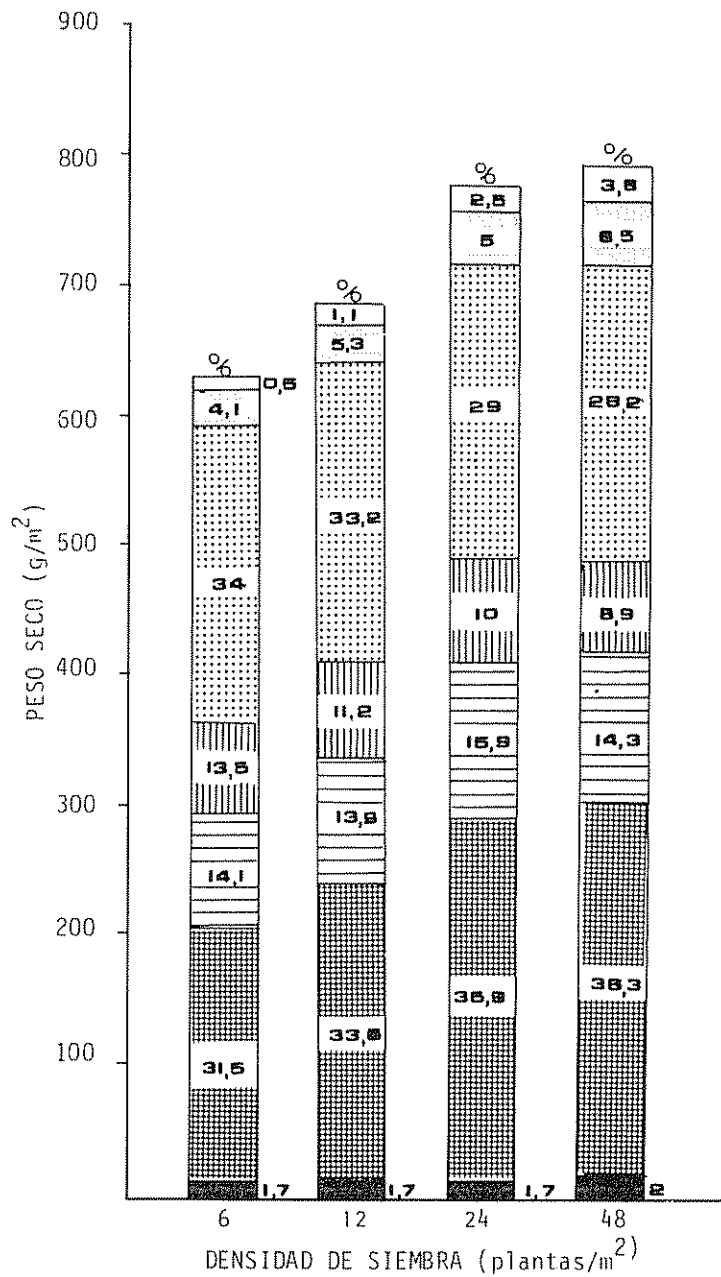
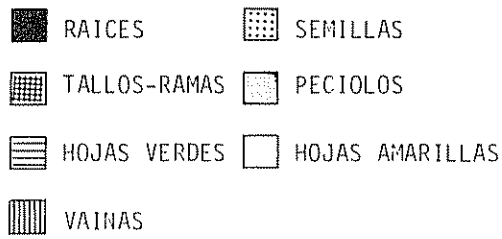


Fig 3 Distribución porcentual del peso seco de las diferentes estructuras de la variedad P006, sembrada a cuatro densidades de población. Datos en g/m<sup>2</sup>

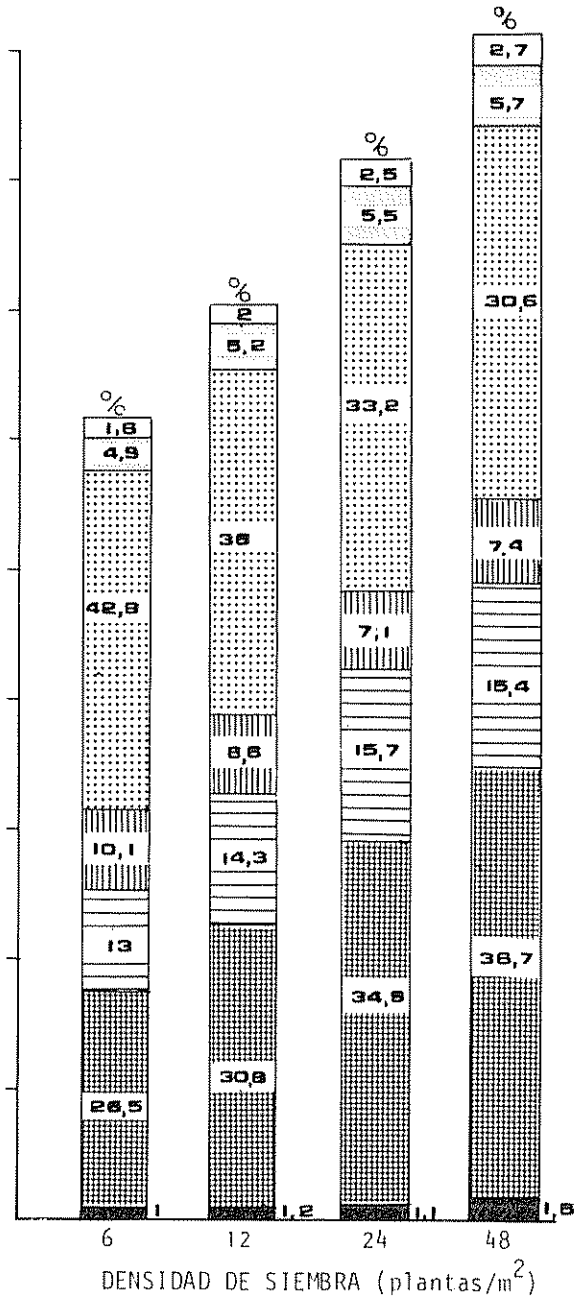


Fig. 4. Distribución porcentual del peso seco de las diferentes estructuras de la variedad PUEBLA 152, sembrada a cuatro densidades de población. Datos en g/m<sup>2</sup>

152, y esto probablemente esté relacionado con mejores rendimientos.

El peso de las restantes estructuras tienen mayor valor a más densidad de siembra, pero los porcentajes permanecen más o menos constantes; los porcentajes de las vainas disminuyen un poco con la densidad de siembra pero los cambios no son drásticos, lo mismo se puede decir de los porcentajes de pecíolos, hojas amarillas y verdes los cuales aumentan de peso con la densidad de siembra y a la vez aumentan levemente en el valor de los porcentajes (Figuras 1, 2, 3 y 4).

Cuando los resultados se expresan en g/planta, los valores presentan cierta variación. En general a mayor densidad de población menor peso seco por planta, esto también es reportado por Mosley (19) y Enyi (8).

En los Cuadros 2 y 3 (Figuras 5, 6, 7 y 8) se muestran los valores de los pesos absolutos y los respectivos porcentajes. En general se nota que, a mayor

densidad el valor relativo (porcentaje) de las estructuras vegetativas es mayor; el valor promedio de las estructuras vegetativas para las cuatro variedades va desde 52.0 g/planta (51.2%) hasta 11.0 g/planta (62.0%) a 6 y 48 plantas/m<sup>2</sup> respectivamente. Estas respuestas plásticas de las plantas a la densidad de población se pueden interpretar como el resultado de competencia entre plantas y la competencia entre las partes de la planta por sustratos de crecimiento.

Como se ve en el Cuadro 2 (Figuras 5, 6, 7 y 8) el mayor porcentaje del peso está localizado en las ramas, este porcentaje promedio varía de 21.0% a 25.1% a 6 y 48 plantas por m<sup>2</sup> respectivamente, para las cuatro variedades. El peso de las ramas por planta es menor a mayor densidad de siembra, Bennet *et al.* (4) señalan que en frijol al aumentar la densidad de siembra disminuye el número de ramas por planta, Mosley (19) indica que en frijol a medida que aumenta la densidad de siembra disminuye el número y tamaño de las partes; Burris (5) igualmente en soya halló que a medida que aumenta la población el número de ramas por planta disminuye.

Cuadro 2. Promedio de los pesos secos de las estructuras vegetativas (raíces, tallos, ramas, pecíolos y hojas) y peso seco total, en cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*), sembradas en cuatro densidades. Datos en gramos por planta.

Variedad	Densidad pl/m <sup>2</sup>	PSR g/pl	PSIP g/pl	PSRa g/pl	PSHVTP g/pl	PSHVR g/pl	PSPe g/pl	PSHA g/pl	PSIEV g/pl
Ica Pijao (II)	6	2.0	10.1	21.8	6.3	8.1	5.0	0.8	54.1
	12	1.6	7.1	15.3	4.8	4.1	3.5	1.7	38.1
	24	0.9	3.6	7.4	3.4	0.9	1.8	0.8	18.8
	48	0.5	2.2	4.7	2.4	0.2	1.1	0.6	11.70
Porrillo Sintético (II)	6	2.1	10.0	21.3	6.8	5.4	4.9	0.8	51.3
	12	1.4	6.7	14.2	4.8	4.1	3.4	1.3	35.9
	24	0.9	3.8	7.8	3.7	0.9	1.8	0.5	19.4
	48	0.5	2.1	4.3	2.1	0.1	1.1	0.6	10.8
P 006 (III)	6	1.7	9.2	23.6	5.4	9.4	4.9	0.5	54.7
	12	0.5	5.5	13.6	4.3	3.6	3.0	0.6	31.1
	24	0.5	3.3	8.3	4.0	1.3	1.6	0.7	19.7
	48	0.4	1.8	4.2	2.2	0.2	1.0	0.6	10.4
Puebla 152 (III)	6	1.1	8.6	18.6	4.5	8.7	4.5	1.7	47.7
	12	0.7	5.7	12.4	4.3	4.2	3.0	1.2	31.5
	24	0.4	3.5	8.3	3.6	1.8	1.9	0.8	20.3
	48	0.3	2.1	4.8	2.5	0.4	1.1	0.5	11.7

PSR = Peso seco de las raíces

PSIP = Peso seco del tallo principal

PSRa = Peso seco de las ramas

PSHVTP = Peso seco de las hojas verdes en el tallo principal

PSHVR = Peso seco de las hojas verdes en las ramas

PSPe = Peso seco de los pecíolos.

PSHA = Peso seco de las hojas amarillas

PSIEV = Peso seco total de las estructuras vegetativas

Cuadro 3. Promedios de los pesos secos de las estructuras reproductivas (vainas y semillas) y peso seco total, en cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*), sembradas en cuatro densidades. Datos en gramos por planta.

Variedad	Densidad pl/m <sup>2</sup>	PSVTP g/pl	PSVR g/pl	PSSTP g/pl	PSSR g/pl	PSTER g/pl
Ica Pijao (II)	6	2.6	7.3	9.8	25.9	45.6
	12	2.6	3.0	9.4	11.5	26.5
	24	1.9	0.9	7.6	3.2	13.6
	48	1.3	0.2	4.9	0.7	7.1
Porrillo Sintético (II)	6	3.3	8.7	10.4	25.9	48.3
	12	2.8	3.1	9.0	10.7	25.6
	24	2.5	0.8	8.2	2.8	14.3
	48	1.4	0.2	4.4	0.6	6.6
P 006 (III)	6	4.2	9.8	7.7	27.6	49.3
	12	2.5	3.9	7.4	11.6	25.4
	24	1.5	1.7	4.8	4.5	12.5
	48	0.9	0.6	3.0	1.7	6.2
Puebla 152 (III)	6	0.7	9.7	2.6	41.3	54.3
	12	0.9	4.1	3.8	18.5	27.3
	24	1.0	1.4	4.8	6.4	13.6
	48	0.7	0.7	3.0	2.8	7.2

PSVTP = Peso seco de las vainas (pericarpio) en el tallo principal

PSSR = Peso seco de las semillas en las ramas

PSVR = Peso seco de las vainas en las ramas

PSTER = Peso seco total de las estructuras reproductivas

PSSTP = Peso seco de las semillas en el tallo principal

El peso seco del tallo principal por planta es mayor a densidades bajas, sin embargo su porcentaje es mayor a densidades altas, aunque este incremento no es muy drástico; Enyi (8) muestra que en frijol la relación peso tallo/peso vainas disminuye con la densidad de siembra; en soya Hanway y Weber (13) hallaron que el peso del tallo era más bajo a la madurez, lo cual indicaba translocación del tallo hacia las semillas.

El peso de las hojas verdes en el tallo principal, por planta, disminuye con la densidad de siembra, pero el porcentaje aumenta; los valores promedios para las cuatro variedades van desde 5.8 g/planta (5.7%) hasta 2.3 g/planta (12.9%) a 6 y 48 plantas/m<sup>2</sup> respectivamente; Faguembaum (10), Ascensio y Fargas (3) señalan que en frijol a mayor densidad de siembra menor área foliar por planta y por lo tanto menor peso seco.

Las hojas verdes en las ramas por planta muestran que a mayor densidad de siembra decrecen tanto en peso seco como en porcentaje, el promedio para las cuatro variedades es de 7.9 g/planta (7.8%) y 0.2 g/planta (1.25%) a 6 y 48 plantas/m<sup>2</sup> respectivamente.

El peso de los pecíolos por planta disminuyen con la densidad de siembra, mientras que el porcentaje permanece más o menos constante. El peso de las hojas amarillas disminuye con la densidad de siembra pero aumenta el valor de los porcentajes.

En el Cuadro 3 (Figuras 5, 6, 7 y 8) se muestran las variaciones en los pesos y los respectivos porcentajes de las estructuras reproductivas (vainas y semillas). Las estructuras reproductivas se ven más afectadas por la densidad de siembra que las estructuras vegetativas, este efecto se presenta tanto en su tamaño como en el número de las partes. Robins y Domingo (21) en frijol, muestran que la deficiencia de algunos factores afectan más el rendimiento reproductivo que el vegetativo.

El peso seco total de las estructuras reproductivas en promedio para las cuatro variedades muestra valores desde 48.8% hasta 37.7% a 6 y 48 plantas/m<sup>2</sup> respectivamente.

El peso seco de las vainas por planta mostró diferencias significativas entre variedades. A medida que

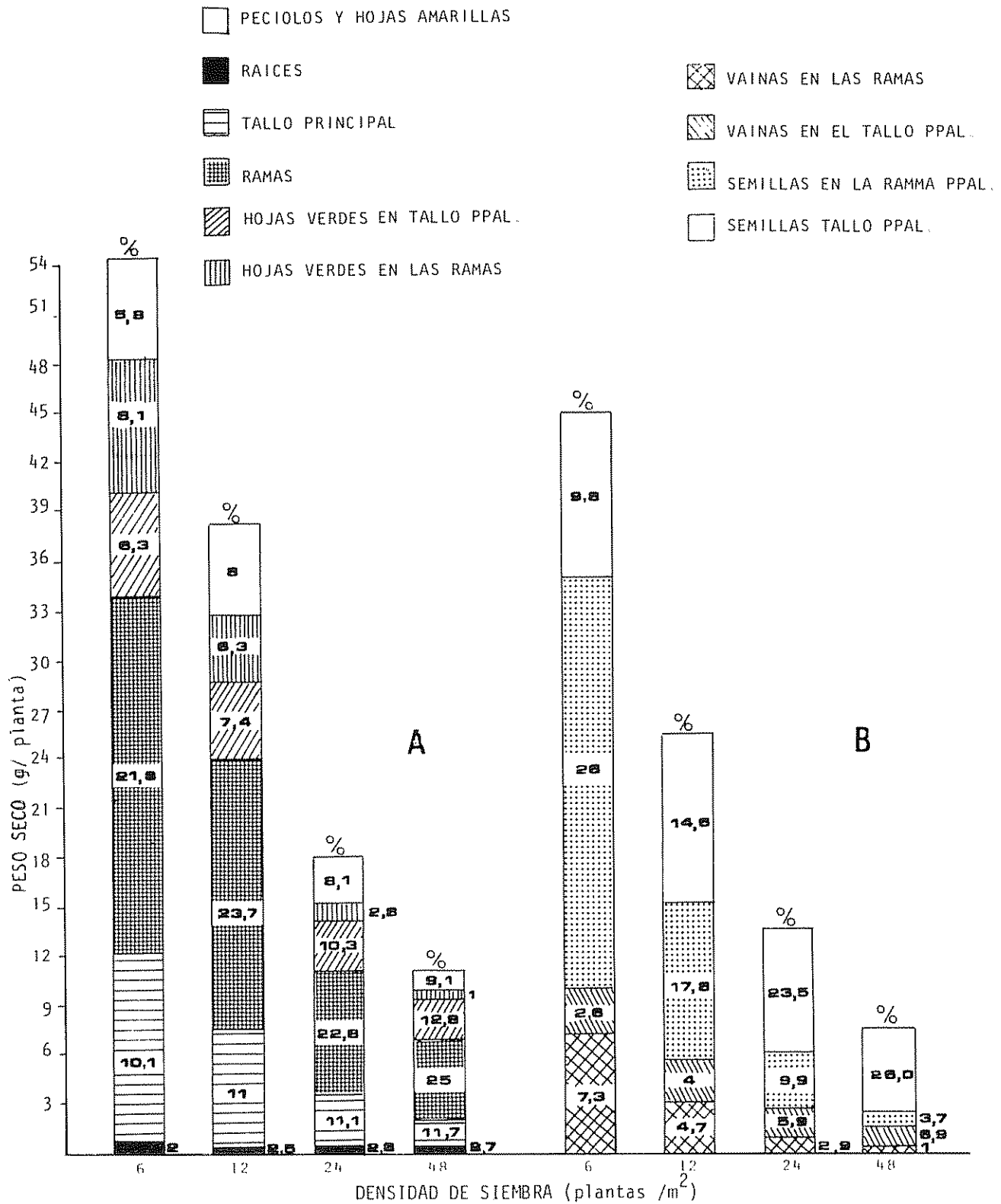


Fig. 5. Distribución porcentual del peso seco de las estructuras (A) vegetativas y (B) reproductivas en la variedad ICA PIJAO, sembrada en cuatro densidades de población. Datos en g/planta.



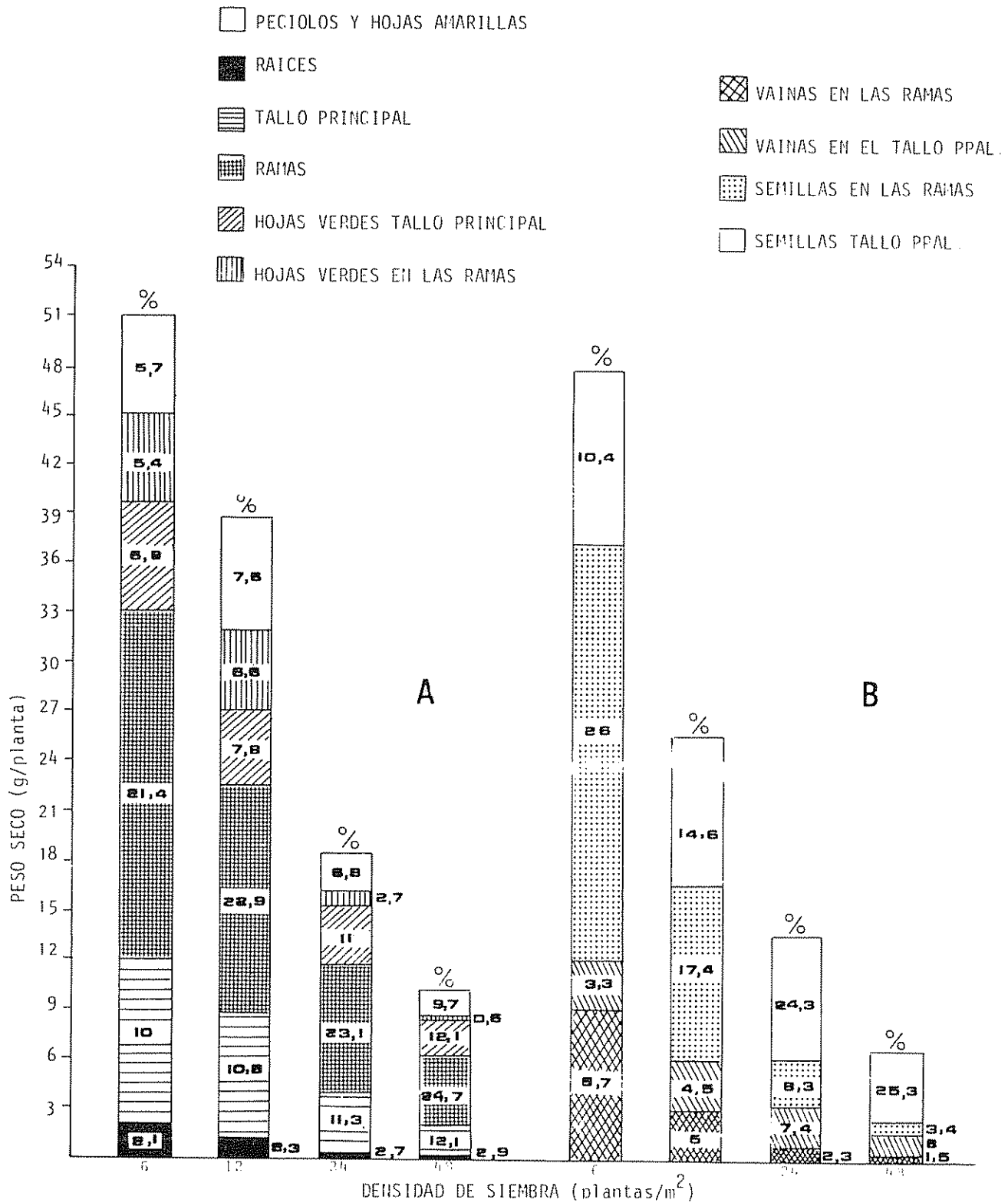


Fig. 6. Distribución porcentual del peso seco de las estructuras (A) vegetativas y (B) reproductivas, en la variedad PORRILLO SINTETICO, sembrada a cuatro densidades de población. Datos en g/planta

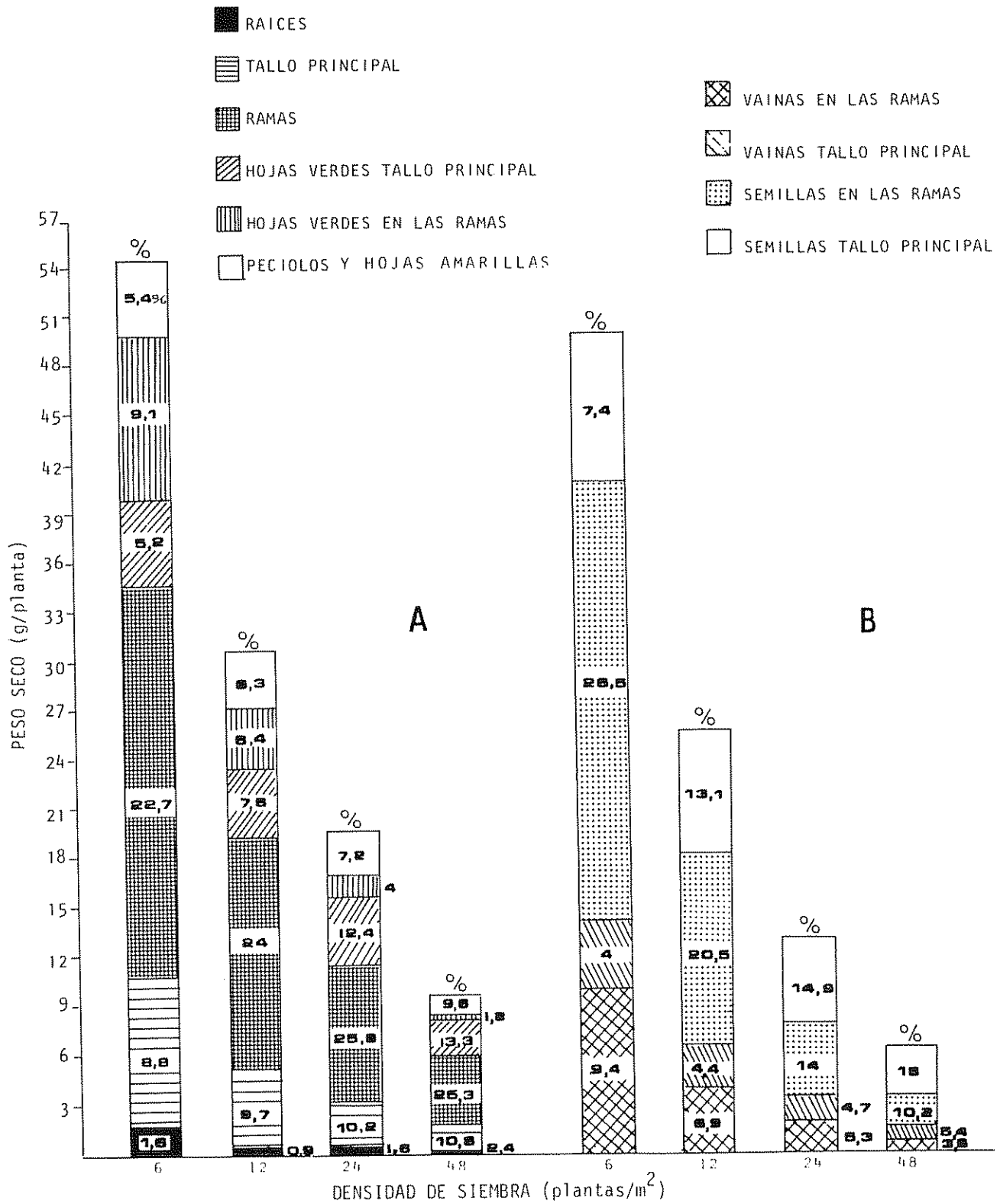


Fig 7 Distribución porcentual del peso de las estructuras vegetativas (A) y reproductivas (B) en la variedad P006, sembrada a cuatro densidades de población. Datos en g/planta

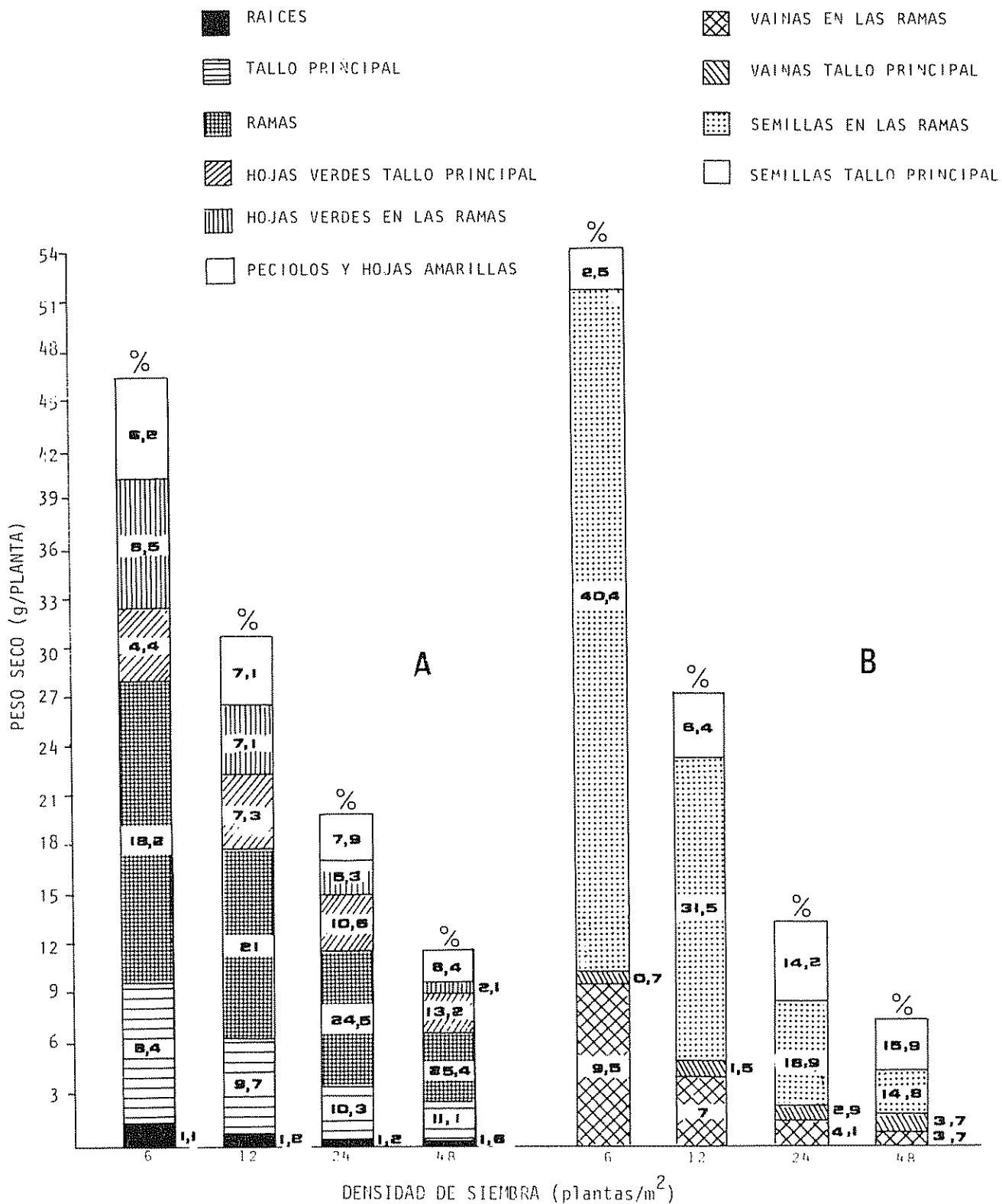


Fig. 8. Distribución porcentual del peso de las estructuras vegetativas (A) y reproductivas (B) de la variedad PUEBLA 152, sembrada a cuatro densidades de población. Datos en g/planta.

aumenta la densidad de siembra el peso seco de las vainas por planta disminuye, sin embargo el porcentaje aumenta en el tallo principal y disminuye en las ramas. Los valores promedios para el peso de las vainas en las ramas y en las cuatro variedades son de 8.9 g/planta (8.7%) y 0.4 g/planta (2.5%) a 6 y 48 plantas/m<sup>2</sup> respectivamente, los pesos de las vainas en el tallo principal para las mismas densidades fueron de 2.7 g/planta (2.7%) y 1.1 g/planta (6.0%), este descenso en el valor del peso seco se debe posiblemente a la caída de vainas durante el ciclo de desarrollo. Faiguembaum (10), Izquierdo y Hosfield (14) y Appadurai *et al.* (2) Tanaka y Fujita (23) señalan que en frijol a mayor densidad de siembra fue menor el número y peso de las vainas por planta, y a la vez indican que el mayor porcentaje de órganos que se caen corresponden a vainas.

El peso de las semillas por planta mostró diferencias significativas al 5% para la densidad de siembra; sin embargo cuando se analizó el número de semillas producidas en el tallo principal y en las ramas se halló diferencias altamente significativas para variedad y densidad, estas diferencias permanecen cuando se analiza porcentaje de rendimiento (peso seco de semillas) en las ramas y en el tallo principal (Figura 9).

En general a mayor densidad de siembra menor es el peso de semillas por planta, pero los porcentajes toman valores diferentes cuando se analizan las semillas producidas en el tallo principal y en las ramas, los valores promedios para las ramas son de 30.1 g/planta (29.7%) hasta 1.5 g/planta (8.0%) a 6 y 48 plantas/m<sup>2</sup> respectivamente; mientras que para el tallo principal a estas densidades los valores son 7.6 g/planta (7.5%) hasta 3.8 g/planta (21.3%).

Aquí se nota que a mayor densidad poblacional el porcentaje del rendimiento en las ramas es menor y mayor en el tallo principal (Figura 9); sin embargo la reducción es mayor en las variedades de hábito II. Este menor peso relativo de las semillas en las ramas se deben a que el peso y número de ramas por planta disminuyen por efecto de la densidad, Bennet *et al.* (4) señalan que en frijol, a mayor densidad de siembra menor número de ramas por planta, en esa misma línea Burris (5) y Fontes y Ohlrogge (11) en soya encontraron que el número de ramas por planta es inverso a la densidad de siembra y que posiblemente esto afecte el número de vainas.

En los Cuadros 1 y 2 (Figuras 1a 8), se indican los pesos de las raíces por metro cuadrado y por planta. Se nota que a mayor densidad de población es mayor el peso seco por metro cuadrado pero menor el peso seco por planta; los valores relativos son mayores a mayor densidad de siembra, pero

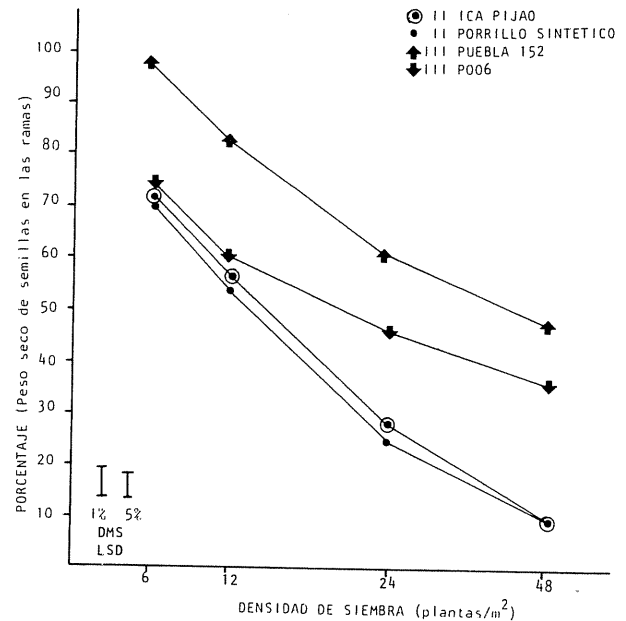


Fig. 9. Distribución porcentual de la cosecha en las ramas de cuatro variedades de frijol *Phaseolus vulgaris*, sembradas a cuatro densidades de población.

con aumentos muy leves. Es notorio que las variedades de hábito III (P 006 y Puebla 152) tienen menor peso de raíces que las de hábito II; Carmi y Koller (6) señalan que la excisión del sistema radical causa reducción en la tasa fotosintética de las hojas primarias y que es posible que las raíces proporcionen sustancias especiales para activar la fotosíntesis; esto indicaría que raíces más pequeñas serían menos eficientes.

## Conclusiones

Con base en los resultados anteriores se puede concluir que a mayor densidad de siembra el peso seco total por área aumenta, pero el peso seco total por planta disminuye y esta disminución es más drástica en los órganos reproductivos (vainas y semillas). Es más, la reducción fue más severa en lo que respecta al número que al tamaño de las partes. Sin embargo los porcentajes se mantienen más o menos constantes en la mayor parte de la planta. En las estructuras vegetativas, a mayor densidad el peso seco total por área aumenta pero el peso seco total por planta disminuye siendo mayor la reducción en el número de partes. Se puede afirmar que a menores densidades de población la producción (peso seco de las semillas) se localiza en mayor proporción en las ramas, mientras que a poblaciones altas el mayor porcentaje de producción se localiza en el tallo principal.

La plasticidad de las variedades para responder a las densidades de siembra es relativamente diferente, ya que las variedades de hábito II mostraron un efecto mayor por la densidad sobre la repartición de las semillas en el tallo principal y en las ramas, es así como en la variedad Puebla (III) a 48 plantas/m<sup>2</sup> las semillas en las ramas tuvo un 15% del peso y en el tallo 16%, al contrario la variedad Ica Pijao (II) las semillas en las ramas fue de 38% y en tallo principal 26.6%.

En el peso seco de las raíces por metro cuadrado, aumentan con la densidad de siembra, pero disminuyen por planta; sin embargo los pesos relativos (porcentaje) se incrementan a mayor densidad.

### Resumen

El propósito del presente estudio fue evaluar el efecto de cuatro diferentes densidades de siembra, sobre la producción de materia seca por metro cuadrado y por planta; lo mismo que la distribución de materia seca entre las distintas partes de la planta de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Se estudió cuatro variedades, dos de tipo II (Ica Pijao y Porrillo Sintético), de crecimiento indeterminado y guía corta, y las otras dos de tipo III (P 006 y Puebla 152), de crecimiento indeterminado y guía larga, pero no trepadora. Las cuatro variedades se sembraron usando 6, 12, 24 y 48 plantas por metro cuadrado; las densidades se obtuvieron por raleo, el cual se realizó 15 días después de la brotación. El tamaño de la parcela fue de 24 m<sup>2</sup> y el diseño estadístico usado fue el de parcelas divididas, con cuatro repeticiones por variedad, donde el efecto mayor fue la variedad y el efecto menor la densidad. En la época de cosecha se muestrearon 10 m<sup>2</sup> por variedad, y una muestra adicional de 1 m<sup>2</sup> para estudiar solamente componentes del rendimiento. Este material se secó en la estufa hasta obtener peso seco constante, y se analizó; a) Peso seco de las estructuras vegetativas aéreas (tallo principal, ramas, hojas verdes, hojas amarillas y peciolos). b) Peso seco de las estructuras reproductivas (vainas y semillas) c) Peso seco de las raíces.

Se encontró que el peso seco total por área aumentó con la densidad de siembra, pero disminuyó por planta, en todas sus partes, siendo mayor la reducción de peso en las estructuras reproductivas (vainas y semillas). Se halló que el peso relativo (porcentaje) de las ramas fue mayor a densidades altas, mientras que el del tallo principal fue más o menos constante. En la distribución de peso seco dentro de la planta, el peso relativo de las hojas verdes, de las vainas y de las semillas producidas por las ramas fue menor a

mayor densidad; mientras que el valor relativo (porcentaje) de éstas mismas estructuras producidas por el tallo principal fue mayor a mayor número de plantas por áreas de siembra.

### Literatura citada

1. ALVIM, R. y ALVIM, P. de T. Efeito da densidade de plantio no aproveitamento da energia luminosa Pelo Milho (*Zea mays*) e Pelo Feijao (*Phaseolus vulgaris*), em culturas exclusivas e consorciadas. Turrialba 19(3):389-393. 1969.
2. APPADURAI, R., RAJAKARUMA, B. y GUNASENA, H. Effect of spacing and leaf area on pods yield of kidney-bean (*Phaseolus vulgaris*). Indian Journal of Agricultural Science 37(1):22-26. 1967.
3. ASCENSIO, J. y FARGAS, J. E. Análisis de crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris*) var. Turrialba 4, cultivado en solución nutritiva. Turrialba 23(4):420-425. 1973.
4. BENNET, J. P., ADAMS, M. W. y BURGA, C. Pod yield components variation an intercorrelation in *Phaseolus vulgaris* as affected by planting density. Crop Science 17:73-75. 1977.
5. BURRIS, J. J. Effect of seed maturation and plant population on soybean seed quality. Agronomy Journal 65:440-441. 1973.
6. CARMÍ, A. y KOLLER, D. Effects of the roots on the rate of photosynthesis in primary leaves of bean (*Phaseolus vulgaris*) Photosynthesis 12(2):178-184. 1978.
7. COSTA, J. G. A. Efecto de la densidad de población en la morfología, asignación de materia seca y de la energía y eficiencia en la producción de semillas en frijol (*Phaseolus vulgaris*). Ph.D. Tesis. Chapingo, Mexico, Escuela Nacional de Agricultura. Colegio de Postgrados. 1981.
8. ENYI, B. A. C. Effect of plant population on grain yield, production and distribution of dry matter in beans (*Phaseolus vulgaris*). Ghana Journal of Science 15(2):159-169. 1975.
9. ESCALANTE, E. L. Efecto de la densidad de población en el rendimiento del grano y sus componentes, en dos variedades de frijol

- (*Phaseolus vulgaris*). Tesis Ing. Agrícola, Iguala, Guerrero, México, Instituto Agropecuario del Estado de Guerrero. 1982.
10. FAIGUENBAUM, M. H. Análisis de crecimiento y los rendimientos en frijol en relación a densidades de población. In 2o. Seminario de leguminosas de grano. Santiago de Chile. 1981.
  11. FONTES, L. A. y OHLROGGE, A. J. Influence of seed size and population on yield and others characteristics of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Agronomy Journal* 64(5): 833-836. 1972.
  12. GONZALEZ, W. M. E. Determinación de las características fenotípicas relacionadas con el potencial de rendimiento en las plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Tesis Ing. Agrícola, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 1979.
  13. HANWAY, J. J. y WEBER, C. R. Dry matter accumulation in eight soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) varieties. *Agronomy Journal* 63(2):227-230. 1971.
  14. IZQUIERDO, J. A. y HOSFIELD, G. L. A collection receptacle for field abscission studies in common bean. *Crop Science* 21(4):622-625. 1981.
  15. LUCAS, E. O. y MILBOURN, G. M. Effect of planting of the growth of two (*Phaseolus vulgaris*) varieties. *England Journal of Agricultural of Science* 87:89-99. 1976.
  16. LUGO-LOPEZ, M. A.; BADILLO-FELICIANO, J. y SCOTT, T. W. Performance of red-kidney and native with beans at three planting distance on an oxisol in north-western Puerto Rico. *Nouvelles Agronomiques des Antilles et de la Guyane*. 3(3/4): 558-563. 1977.
  17. MAGALHAES, A. C. y MONTOJOS, J. C. Growth analysis of dry beans (*Phaseolus vulgaris*) L. var. Pintado under varying conditions of solar radiation and nitrogen application. *Plant and Soil* 35(1):217-223. 1971.
  18. MAHATANYA, E. T. The response of food beans (*Phaseolus vulgaris*) to spacing and phosphorus application. *East African Agricultural and Forestry Journal* 43(2):111-119. 1977.
  19. MOSLEY, A. R. Responses of the bush snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to population density and planting arrangement. Ph.D. Thesis. Corvallis, Oregon State University. 1972.
  20. PRAKASH, K. S. y RAM, H. H. Path coefficient analysis of morfological traits and developmental stages in french-bean. *Indian Journal of Agricultural Science* 51(2):76-80. 1981.
  21. ROBINS, J. J. y DOMINGO, C. E. Moisture deficits in relation to the growth and development of dry beans, *Agronomy Journal* 48(2):67-70. 1956.
  22. STANG, J. R. Responses of bush snap bean cultivars (*Phaseolus vulgaris*) to plant population densities. Ph.D. Thesis, Corvallis, Oregon State University. 1976.
  23. TANAKA, A. y FUJITA, K. Growth, photosynthesis and yield components in relation to grain yield of the field bean. *Journal of the Faculty of Agriculture, Hokkaido University* 59(2):145-238. 1979.
  24. WESTERMANN, D. T. y CROTHERS, S. C. Plant population effects on the seed yield components of beans. *Crop Science* 17:493-496. 1977.