

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACION EN EL RENDIMIENTO Y OTRAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) DE CRECIMIENTO VOLUBLE Y ARBUSTIVO *

Por

Orlando Agudelo D., Alvaro Hernández L. y
Gilberto Bastidas R. **

I.— INTRODUCCION

El fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) por ser básico en la alimentación del pueblo colombiano ocupa especial renglón en el campo experimental en donde se buscan nuevas variedades y mejores técnicas de cultivo que proporcionan mayor producción. La densidad de siembra es un factor importante en todo cultivo ya que de ella depende, en gran parte, el rendimiento óptimo que se obtiene. Este factor es particularmente importante en fríjol cuya especie tiene variedades de diferente hábito de crecimiento que pueden requerir sistemas de siembras diferentes para producir altos rendimientos.

En Colombia se cultivan frijoles volubles, semivolubles y arbustivos. Los dos últimos se cultivan principalmente en el Valle del Cauca para consumo interno y para exportación, pero en ambos se usan las mismas prácticas culturales en relación a las densidades de siembra.

El presente trabajo trata de establecer las distancias de siembra más adecuadas para las variedades arbustivas del tipo CALIMA y para las variedades semivolubles del tipo CARAOTA, representado en este estudio por la variedad ICA HUASANO.

* Contribución del Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas Anuales del Instituto Colombiano Agropecuario y de la Facultad de Agronomía de Palmira. Palmira. Colombia.

*** Ingenieros Agrónomos de la Facultad de Agronomía de Palmira, 1970.

II.— REVISION DE LITERATURA

Los estudios en distancias de siembra han merecido especial atención en la mayoría de los cultivos debido a que afectan directamente los rendimientos.

Cardona et al (8) recomiendan surcos dobles a 30 centímetros y distancias de 10 a 15 centímetros entre plantas para la variedad DIACOL CALIMA. Experimentos realizados por Duarte (11) con las variedades Algarrobo, Panameño y Uribe Rosado produjeron resultados en los cuales se indicaba que distancias de 55 y 60 centímetros entre surcos daban mayores rendimientos.

En frijol caraota también se han realizado estudios sobre densidades de población. En Venezuela, según Ortega y Barrios (12) el sistema de siembra en doble hilera (60 centímetros entre calles y 30 centímetros entre pares) supera en rendimiento al sistema de hilera sencilla (60 centímetros entre hileras).

En estudios realizados con la variedad ICA TUI, Bastidas (2) concluyó que una población de 220.000 plantas por hectárea era la más indicada para obtener una buena producción. Aún en semestres desfavorables esta población rindió más que otras poblaciones. Parece que esta densidad permite aprovechar con mayor eficiencia las condiciones de humedad, fertilidad y luminosidad disponible para el crecimiento. Estudios hechos por Vieira, C. et L. A. Almeida (10) en frijol con densidades de población de 1.000.000 - 500.000 - 333.333 y 250.000 plantas por hectárea, la máxima producción se obtuvo con 500.000 plantas por hectárea.

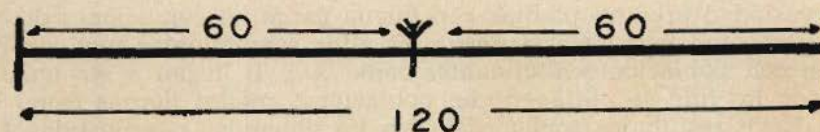
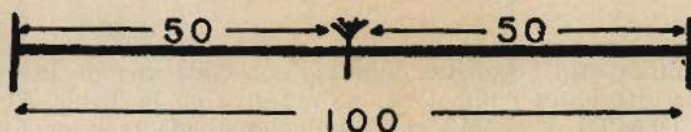
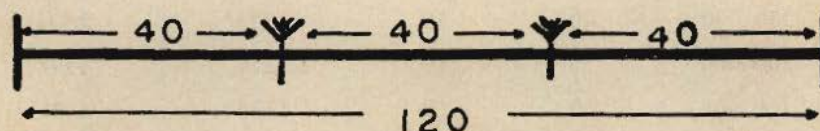
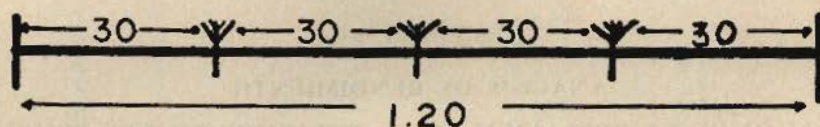
III.— MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se desarrolló en el segundo semestre de 1966 en Palmira (1.000 m. s.n.m., 24°C.). Se usaron las variedades DIACOL CALIMA e ICA HUASANO. La primera es una variedad de crecimiento arbustivo, semillas relativamente grandes y período vegetativo de 83-87 días. La segunda es una variedad de crecimiento semi-voluble, de grano negro, pequeño y período vegetativo de 90-95 días.

Para el experimento se usó el diseño de Parcela Dividida con cuatro replicaciones. La parcela principal se formó con las dos variedades y las subparcelas con poblaciones de 333.333, 250.000, 200.000 y 166.666 plantas por hectárea que corresponden respectivamente a distancias entre surcos de 30, 40, 50 y 60 centímetros y plantas sembradas a 10 centímetros. (Fig. 1).

Se determinó rendimiento, número de vainas por planta, número de granos por vaina e índice de cosecha. Se midió además el contenido de materia seca en los siguientes estados de crecimiento:

1. Tres hojas trifoliadas
3. Nueve hojas trifoliadas
3. Floración completa e inicio de vainas



4. Formación completa de vainas
5. Formación completa de granos.

Para la obtención de los datos de materia seca se tomaron muestras correspondientes a 0.60 metros cuadrados en cada una de las distancias ensayadas.

— TABLA 1 —

ANÁLISIS DE RENDIMIENTO

EFECTO DE LA POBLACION EN EL RENDIMIENTO DEL FRIJOL

Poblacioncs/ hectárea	Distancia entre sur- cos (cms.)	Distancia entre plan- tas (cms.)	Rendimiento Diacol Calima	Kgs/hect. ICA Huasanó
A 333.333	30	10	1572*	15.68
B 250.000	40	10	1375*	1504
C 200.000	50	10	1254	1397
D 166.666	60	10	1129	1526

* Significativo al 5% de probabilidad
** Significativo al 1% de probabilidad.

IV.— RESULTADOS Y DISCUSION

El rendimiento promedio obtenido con cada una de las variedades en las diferentes poblaciones se muestra en la Tabla No. 1. La variedad DIACOL CALIMA mostró una marcada tendencia a disminuir los rendimientos en poblaciones menos densas. El análisis estadístico reveló que las poblaciones A y B producen rendimientos similares pero superiores a los que se obtienen con las poblaciones C y D.

La variedad ICA HUASANO no mostró variaciones significativas del rendimiento en las cuatro poblaciones estudiadas. Parece que esta variedad produce plantas con buena carga en condiciones de escasa competencia y en esta forma los altos rendimientos que se producen con poblaciones abundantes como A y B llegan a ser iguales por los que se obtienen con poblaciones menos densas como C. y D. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Bastidas (2) con una variedad similar en donde se demostró que una población de 220.000 plantas por hectárea producía los más altos rendimientos, pudiéndose apreciar que en el rango de 220.000 a 333.333 plan-

tas por hectárea, no había mayor diferencia en rendimiento. Un estudio realizado por Camacho (5) en frijol Caraota demostró que la distancia óptima entre plantas es de 10 centímetros, mayores densidades no aumentan los rendimientos y menores lo disminuyen. Aunque los rendimientos son mejores en surcos de 30 centímetros de separación, en la práctica es difícil adoptar esta distancia y por tal motivo, debería recomendarse la distancia de 40 centímetros para la variedad DIACOL CALIMA que es de fácil mecanización y además, disminuye los costos en la cantidad de semilla usada, en cuanto a la distancia recomendada debe anotarse que debe disponerse de riego por haber una mayor competencia.

La variedad ICA HUASANO presenta además, un acame precoz en la distancia de 30 centímetros lo que traería consigo, pudriciones de vainas que afectarían el rendimiento, con distancias mayores se evitaría este problema pero también habría que considerar el problema de la competencia de malezas.

Estudios realizados por Adams (1) demostraron que los componentes del rendimiento en frijol son: el número de vainas por planta o por unidad de longitud de surco, el número promedio de semillas por vaina y el peso promedio de las semillas. El análisis estadístico para número de vainas por planta en la variedad DIACOL CALIMA no dió diferencia significativa.

— TABLA 2 —

**EFEECTO DE LA POBLACION EN ALGUNAS CARACTERISTICAS
AGRONOMICAS DEL FRIJOL**

Poblaciones/ hectárea	DIACOL CALIMA		ICA HUASANO	
	Nº vainas/ planta	Nº Granos/ vaina	Nº/vainas plantas	Nº Granos vaina
A 333.333	7.3	2.6	11.2	4.4
B 250.000	7.7	2.6	12.0	4.5
C 200.000	8.0	2.8	14.3*	5.0
D 166.666	7.7	2.8	14.4*	5.0

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad.

En la variedad ICA HUASANO las poblaciones A y B son iguales pero diferentes a las poblaciones C y D, Cuadro No. 2. Es de anotar que el número de vainas por planta, resultó bajo para la variedad ICA HUASANO, en comparación con lo que normalmente se obtiene en esta variedad.

El análisis para número de granos por vaina en la variedad DIACOL CALIMA no dió diferencia significativa en ninguna de las poblaciones. En la variedad ICA HUASANO las poblaciones A y B son iguales pero diferentes a las poblaciones de C y D (Tabla 2).

Cabe anotar que el rendimiento promedio así como el valor promedio de los componentes del rendimiento son mayores en la variedad semi-voluble que en la variedad arbustiva. Este resultado concuerda con el concepto de Camacho (6), quien sostiene que el rendimiento de variedades volubles y semivolubles es mayor que el de variedades arbustivas debido a que los componentes número de vainas y número de granos por vaina, también son mayores en las primeras.

En la Tabla No. 2 se puede observar que las diferencias en rendimiento, parecen ser debidas al componente número de vainas que presenta una mayor variación entre las diferentes poblaciones estudiadas para ambas variedades, esto a diferencia del componente número de granos por vaina que es menos variable.

Un estudio realizado por Camacho et al (4), demostró que las variaciones en los rendimientos en frijol son debidas en su mayor parte, al componente número de vainas lo cual está confirmando lo encontrado en el presente experimento.

— TABLA 3 —

EFFECTO DE LA POBLACION EN EL INDICE DE COSECHA 1/

Poblaciones por hectárea	VARIEDAD	
	DIACOL CALIMA	ICA HUASANO
A 333.333	66.5	63.9
B 250.000	66.9	65.5
C 200.000	68.0	65.2
D 166.666	67.9	66.2

1/ Índice de cosecha: rendimiento económico x 100/ rendimiento biológico.

El índice de cosecha se define como la relación entre el rendimiento económico y el rendimiento biológico de la planta. Para efectos de este trabajo el índice de cosecha se determinó dividiendo el peso de la esmilla por el peso total de la planta, excluyendo las

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

raíces y las hojas. El resultado se expresó en porcentaje, Tabla No. 3.

Los análisis estadísticos para esta característica no dieron diferencia significativa en las poblaciones estudiadas; lo anterior demuestra que las poblaciones no afectan el índice de cosecha, el cual permanece constante para una misma cosecha y dentro de una misma variedad, pudiendo variar en comparación con otras cosechas porque el rendimiento puede ser afectado por diferentes fenómenos Bastidas (2) demostró en un trabajo con Caraota que no hubo diferencia en el índice de cosecha para las poblaciones que estudió, lo cual confirma la anterior aseveración.

En un experimento realizado por Wallace y H. M. Munger (13) en Estados Unidos, concluyó que no hubo relación entre el índice de cosecha y el hábito determinado e indeterminado, afirmó además, que los índices de cosecha fueron similares en las diferentes densidades de siembra para cada variedad. Propone también que altos índices de cosecha, así como altos índices de área foliar, deben teóricamente dar altos rendimientos económicos.

En la figura 2 se presentan los histogramas correspondientes a la acumulación de materia seca en cinco estados de crecimiento de las variedades DIACOL CALIMA e ICA HUASANO. Los diferentes estados en que se tomaron los datos fueron:

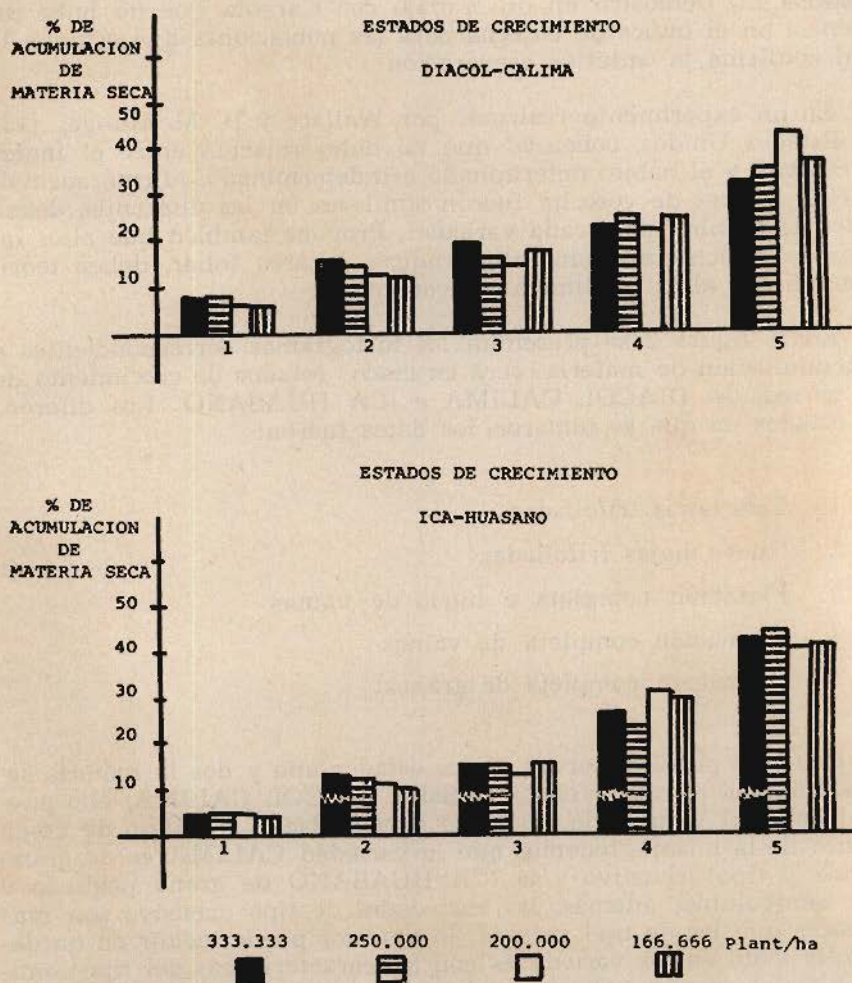
1. Tres hojas trifoliadas
2. Nueve hojas trifoliadas
3. Floración completa e inicio de vainas
4. Formación completa de vainas
5. Formación completa de granos.

Como se puede observar en los estados uno y dos la materia seca acumulada es mayor en la variedad DIACOL CALIMA, ello puede deberse al tamaño de grano de la variedad y al hábito de crecimiento de la misma, tenemos que la variedad CALIMA es de grano grande y tipo arbustivo y la ICA HUASANO de grano pequeño y tipo semivoluble; además, las variedades de tipo arbusivo son más precoces que las de tipo voluble; lo anterior puede incidir en un desarrollo lento en las variedades con las características del tipo semivoluble del ensayo y donde se debe de observar normas de control en dichos estados porque algún ataque, tanto de enfermedades como de plagas, pueden llegar a producir daños de consideración y bajas en el rendimiento.

En el tercer estado las variedades están prácticamente igualadas en materia seca; de allí en adelante en los estados cuatro y cinco, la

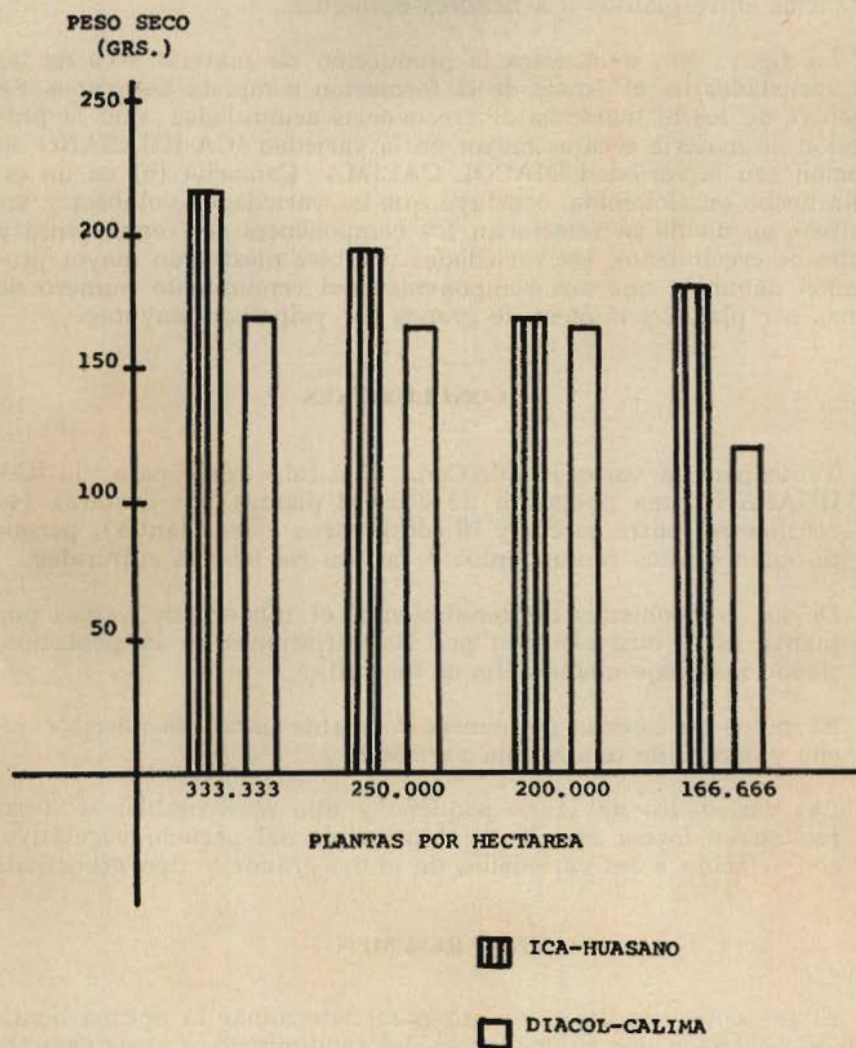
— FIGURA 2 —

HISTOGRAMAS QUE REPRESENTAN LA ACUMULACION DE MATERIA SECA EN 5 ESTADOS DE DESARROLLO DE LAS VARIETADES DIACOL-CALIMA E ICA-HUASANO



— FIGURA 3 —

RELACION ENTRE EL PESO SECO Y LA POBLACION EN EL ESTADO
DE FORMACION COMPLETA DE GRANOS EN LAS VARIETADES
ICA - HUASANO Y DIACOL CALIMA



variedad semivoluble supera ampliamente en acumulación de materia seca a la variedad arbustiva, confirmando lo dicho que las variedades volubles rinden más que las arbustivas.

Observando dentro de cada estado se nota que no hay mayor diferencia entre las distancias de una misma variedad con relación a la acumulación de materia seca, concluyéndose que las distancias posiblemente no influyen en la acumulación de materia seca dentro de un mismo estado, debiéndose las leves diferencias tal vez a las distancias entre plantas o a factores ecológicos.

La figura No. 3 muestra la producción de materia seca de las dos variedades en el estado de la formación completa de granos. Se concluye de los histogramas de frecuencias acumuladas que la producción de materia seca es mayor en la variedad ICA HUASANO en relación con la variedad DIACOL CALIMA. Camacho (6) en un estudio hecho en Colombia, concluyó que en variedades volubles y arbustivas en donde se relacionan los componentes del rendimiento y hábito de crecimiento, las variedades volubles mostraron mayor producción debido a que sus componentes del rendimiento número de vainas por planta y número de granos por vaina son mayores.

V.— CONCLUSIONES

1. Tanto para la variedad DIACOL CALIMA como para la ICA HUASANO una población de 250.000 plantas por hectárea (40 centímetros entre surcos y 10 centímetros entre plantas), permite obtener altos rendimientos y facilita las labores culturales.
2. De los componentes de rendimiento, el número de vainas por planta es el más afectado por las variaciones de la población, siendo más bajo cuando ella es más alta.
3. El índice de cosecha permanece constante para una misma cosecha y dentro de una misma variedad.
4. Las variedades de grano pequeño y tipo semivolubles se desarrollan en forma más lenta al principio del período vegetativo, con relación a las variedades de grano grande y tipo arbustivo.

VI.— RESUMEN

El presente estudio se realizó para determinar la óptima densidad de población, los componentes del rendimiento y otras características agronómicas y fisiológicas (acumulación de materia seca en cinco estados de crecimiento) de las variedades de frijol DIACOL CALIMA tipo arbustivo e ICA HUASANO tipo semivoluble; se usaron poblaciones de 333.333, 250.000, 200.000 y 166.666 plantas por hectárea, en un diseño de parcela dividida con cuatro replicaciones.

Una población de 250.000 plantas por hectárea parece ser la más indicada para obtener altos rendimientos en ambas variedades. Se concluyó además que las variedades de grano pequeño y tipo vobule se desarrollan lento al comienzo del período vegetativo en comparación con las variedades de grano grande y tipo arbustivo.

VII.— SUMMARY

This study was carried out to determine the optimum population density, components of yield, and other agronomic & physiological characters (acumulation of dry matter in 5 stages of growth) for the dry bean varieties, DIACOL CALIMA (bush type) and ICA HUASANO (semi bush), 333.333, 250.000, 200.000, 1666.666 plants for hectare were planted in split plot design, with 4 replications.

A population of 250.000 plants per hectare appears to be the population which gives high yields in both of the above varieties. It was concluded that the smaller seeded varieties of dry bean that were viny, developed slowly during the beginning of the vegetative growth period, in comparison with the largest-seeded varieties of the bush type.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ADAMS, M. W.— 1967. Basics of yield component compensation in crop plant with special reference to the field bean, *PHASEOLUS VULGARIS*. *Crop Science*. 7 (5): 505-510 - September-October.
2. BASTIDAS, R. G.— 1969. Competencia entre plantas y su efecto en el rendimiento y otras características del frijól caraota *PHASEOLUS VULGARIS*. Tesis I. A. Palmira. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 35 p.
3. CALZADA, B. J.— 1966. Estadística general con énfasis en muestreo. 1a Ed. Lima. Edit Jurídica S. A. 527 p.
4. CAMACHO, L. H., S. H. OROZCO and G. BASTIDAS.— 1968. Yield component vs plant spacing in beans. *Bean improvement cooperative*. Marzo. p. 15.
5. CAMACHO, L. H.— 1967. Informe sobre los resultados de la investigación en 1967. Asociación Latinoamericana de Investigadores en Leguminosas. Palmira. Colombia. 92 p.
6. ————. — 1968. Relación entre el hábito de crecimiento y los componentes del rendimiento del frijól (*PHASEOLUS VULGARIS*). Programa cooperativo centroamericano para el mejoramiento de cultivos alimenticios (PCCMCA). Tegucigalpa. Honduras. 164 p.

7. CARDENAS, R. F.— 1962. La densidad de siembra influye en el rendimiento del frijol. Agricultura Técnica de México (México) No. 12: 6-18.
8. CARDONA, C., L. H. CAMACHO y S.H. OROZCO.— 1959. DIACOL NIMA variedad mejorada de frijol. Bogotá. DIA. Boletín de divulgación No. 8 p. 15.
9. VIEIRA, C. y L. A. ALMEIDA. 1965. Experimento de espacamento de sementeira do feijao (PHASEOLUS VULGARIS). (Ceres) 12: 219-228.
10. ————. 1.968. Efectos de la densidad de siembra sobre un cultivo de frijol. Ceres (Vicosa). XV (83): 44-53.
11. DUARTE, R.— 1959. Resultados de algunos ensayos sobre distancias y densidades de siembra en frijol. Tesis I. A. Palmira.
12. ORTEGA, S. y A. BARRIOS.— 1968. Sistema de siembra en hileras pares en caraota. Agronomía tropical (Venezuela) 28 (3): 357-361.
13. WALLACE, D. H. and H. M. MUNGER.— 1966. Studies of the Physiological basis for yield differences. II. Variations in dry matter distribution among aerial organs for several dry bean varieties. Crop Science (Columbus). 6 (6): 503-507. November-December.