

ESTUDIO DEL HABITO DE CRECIMIENTO, ARQUITECTURA DE PLANTA, PRECOCIDAD Y LLENADO DE GRANO Y SU RELACION CON EL RENDIMIENTO EN GRANO, EN POROTOS¹

A study of growth habit, plant architecture, precocity and seed filling and their relation with yield, in dry beans

Mario Paredes C.² y George L. Hosfield³

SUMMARY

The present study was undertaken to evaluate whether variation in morphological traits among 12 bean genotypes were related to yield. The genotypes were characterized by type I, II and III growth habits. Types I and II were represented by two genotypes of different architectural forms: traditional and archetype. In type III, two late and two early genotypes were included, because there are no archetypes.

Determinate genotypes showed fewer days to 50% flowering and to physiological maturity, and lower seed weights, compared with the indeterminate ones. Types II genotypes outyielded type III; this difference could only be explained by larger number of pods/m² and number of seeds/pod. Archetype I outyielded traditional I. Archetype II showed a higher 100 seed weight than traditional II.

Type I tended to have a shorter total and linear filling period, compared with type I and II.

Archetypes showed a seed filling period similar to the traditional form; on the other hand, late maturity genotypes tended to have a longer total and linear seed filling period than the early ones.

Grain yield was positively correlated with number of pods/m², number of seeds/pod, days to 50% flowering and to physiological maturity, and linear filling rate.

INTRODUCCION

La selección de plantas de alto potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades y tolerancia a condiciones climáticas adversas, ha sido la principal preocupación en la obtención de nuevas variedades comerciales (Coyle, 1980). Sin embargo, un mejor entendimiento del crecimiento y desarrollo y la manipulación de la fisiología de las plantas puede complementar el criterio tradicional de selección por rendimiento. Para

que este procedimiento sea exitoso, es necesario contar con variabilidad genética en la población que se va a seleccionar y, por otro lado, las características a seleccionar deben estar correlacionadas positivamente con el rendimiento. El mejoramiento por características morfológicas podría resultar en aumentos de rendimiento debido a una mayor producción de asimilados y/o una mayor redistribución de ellos a la semilla.

En porotos, existen cuatro hábitos de crecimiento (Singh, 1982): tipo I, variedades de hábito de crecimiento determinado, erecto; tipo II, genotipos indeterminados, de crecimiento erecto; tipo III, variedades indeterminadas, postradas, con escasa aptitud trepadora; y tipo IV, genotipos indeterminados, con aptitud para trepar. En general, los tipos I, II y III son los hábitos de crecimiento más cultivados, en condiciones de monocultivo. Sin embargo, en algunos países, los tipos II, III, IV son sembrados en asociación con maíz (Laing, Jones y Davis, 1984).

¹ Recepción de originales: 4 de diciembre de 1987.

Parte de la tesis de grado presentada por Mario Paredes C., para optar al grado de M.Sc. en Michigan State University, Michigan, U.S.A.

² Estación Experimental Quilamapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

³ USDA—Michigan State University, East Lansing, MI 48824, U.S.A.

Estudios en que se compararon los rendimientos potenciales de genotipos indeterminados y determinados (Beaver y otros, 1985; Kelly, Varner y Adams, 1986; Kueneman, Hernández-Bravo y Wallace, 1978; Laing y otros, 1984; Nienhuis y Singh, 1986; Robitaille, 1978), concluyeron que los indeterminados presentaron un mayor rendimiento y exhibieron una mayor estabilidad. Al parecer, esta diferencia se debería a que los genotipos de hábito de crecimiento determinado poseen pocos nudos antes de la floración, desarrollan una escasa área foliar, tienen un corto período reproductivo y son más precoces (Laing y otros, 1984).

Las variedades determinadas son, en general, más precoces que las de hábito indeterminado. El largo del ciclo vegetativo está positivamente correlacionado con el número de nudos/planta, duración del área foliar y el rendimiento (Laing y otros, 1984).

Las leguminosas de grano tienen un período más largo de floración que los cereales. Las vainas que se forman en las primeras flores, empiezan a llenarse primero, comparadas con las flores más tardías. Consecuente con esta situación, las semillas también presentan un desarrollo diferente entre ellas. Así, Egli y otros (1981) demostraron diferencias en la tasa de crecimiento de las semillas de soya, la cual estaba controlada por los cotiledones y no por el suministro de asimilados de la planta. También, se ha demostrado que las diferencias en rendimiento de distinta variedades, ha estado asociada con las diferencias en largo del período de llenado y tasa de crecimiento del grano (Cavaliery y Smith, 1985; Cross, 1975; Egli, Orf y Pfeiffer, 1984; Gay, Egli y Reicosky, 1980; Reicosky, Orf y Poneleit, 1982). En poroto, Izquierdo y Hosfield (1983) investigaron la relación entre el llenado del

grano y rendimiento y concluyeron que el mayor rendimiento estaba asociado positivamente con el mayor período lineal del llenado del grano y la habilidad de prolongar el proceso fotosintético.

Los objetivos de este estudio fueron: estudiar la magnitud de la variación de las características morfológicas, llenado de grano, rendimiento y componentes de rendimiento; y estudiar las interrelaciones entre estas características y rendimiento en grano.

MATERIALES Y METODOS

Se usaron 12 genotipos (Cuadro 1) pertenecientes a los tipos I, II ó III. Los tipos I y II estaban representados por dos genotipos mejorados por arquitectura, conocidos como 'arquetipos', y dos a la forma tradicional. Los genotipos fueron seleccionados basado en sus diferencias en precocidad, hábito de crecimiento, tamaño de semilla y rendimiento. Estos genotipos se sembraron en la Estación Experimental de Michigan State University, en East Lansing, Michigan.

Las semillas fueron sembradas a máquina, en parcelas de 8 hileras, en 1984. Las hileras fueron de 10 m de largo, con 0,47 m entre ellas. Las hileras 2,3 y 7 se usaron para los muestreos, quedando las hileras 1 y 8 como bordes. Las hileras 4 y 5 se reservaron para estimar rendimiento a la cosecha. Dependiendo de los genotipos, las hileras usadas en el muestreo fueron subdivididas en 8,9 ó 10 segmentos, de 1 m de largo cada uno.

Dentro de cada unidad de muestreo, se seleccionó al azar seis plantas, para medir las características de llenado de grano. Los muestreos se realizaron cada cua-

CUADRO 1. Hábito de crecimiento, arquitectura de planta, peso de 100 semillas, clase comercial y días a madurez fisiológica de 12 genotipos de porotos

TABLE 1. Growth habit, plant architecture, 100 seed weight, market class and days to maturity of 12 genotypes of dry beans

Genotipos	Hábito de crecimiento	Arquitectura de planta	Peso de 100 semillas (g)	Clase comercial	Días a madurez comercial
SEAFARER	Tipo I, determinado	Tradicional	17,8	Arroz	68
BRASIL-2	Tipo I, determinado	Tradicional	20,6	—	82
LAKER	Tipo I, determinado	Arquetipo	17,2	Arroz	82
C-49	Tipo I, determinado	Arquetipo	14,6	Arroz	79
T-39	Tipo II, indeterminado	Tradicional	19,2	Negro	80
NEP-2	Tipo II, indeterminado	Tradicional	16,1	Arroz	83
C-20	Tipo II, indeterminado	Arquetipo	21,2	Arroz	82
S. VALLEY	Tipo II, indeterminado	Arquetipo	18,7	Arroz	84
CARIOCA	Tipo III, indeterminado	Postrado guñador	26,8	—	82
VIVA	Tipo III, indeterminado	Postrado guñador	25,4	—	69
HARRIS	Tipo III, indeterminado	Postrado guñador	26,4	G. Northern	70
VALLEY	Tipo III, indeterminado	Postrado guñador	26,8	G. Northern	80

tro días, empezando cinco días después de 50% de floración, y se extendieron hasta la madurez fisiológica. Durante el crecimiento del cultivo, se evaluó días a 50% de floración y días a madurez fisiológica, en cada repetición y genotipo. Los períodos total y lineal de llenado de grano y tasa de crecimiento del grano, se calcularon de acuerdo a la metodología descrita por Izquierdo y Hosfield (1983). Muestras de 1 m² se cosecharon y trillaron a mano, para medir rendimiento en grano y componentes de rendimiento.

RESULTADOS

Hábito de crecimiento

Los genotipos Carioca, Viva, Harris y Valley (Tipo III) poseían un profuso número de ramas. La mayoría de sus vainas nacieron en las ramas, en vez de en el tallo principal. Las numerosas ramas y el peso de las vainas predispusieron a las plantas de estos genotipos a la tendadura a la madurez. Los genotipos T-39, Nep-2 y Swan Valley (Tipo II) poseían sólo un moderado a escaso número de ramas. Estos genotipos no se tendieron a la madurez. Seafarer, Brasil-2, Laker y C-49 (Tipo I) poseían un tallo con entrenudos cortos y las ramas y vainas crecieron principalmente en el tallo principal. Sin embargo, sólo Seafarer y Brasil-2 se tendieron antes de la madurez fisiológica, lo cual podría significar grandes pérdidas, bajo períodos de exceso de lluvias durante la cosecha.

Rendimiento en grano y componentes de rendimiento

En las comparaciones ortogonales entre hábitos de crecimiento, para rendimiento en grano y componentes de rendimiento, se detectó sólo diferencias en peso de 100 semillas, entre las variedades determinadas (Tipo I) y las indeterminadas (Tipo II y III) (Cuadro 2). Entre las últimas, el tipo II presentó un mayor rendimiento en grano, número de vainas/m², número de semillas/vainas y un menor peso de semilla, comparado con el tipo III.

Al comparar los genotipos tradicionales determinados (TI) con las variedades mejoradas por arquitectura (AI), estas últimas presentaron mayor rendimiento en grano. Dentro del tipo II, el AII mostró mayor peso de semillas que el TII. Debido a la ausencia de variedades mejoradas por arquitectura en el tipo III, los genotipos se agruparon en precoces (Viva y Harris) y tardíos (Carioca y Valley). La comparación de estos grupos indicó que los tardíos rindieron más y presentaron más semillas/vaina (Cuadro 2).

Duración y tasa de crecimiento del llenado de grano

Los 12 genotipos usados en este estudio difirieron en su período total y lineal del llenado del grano, como así mismo, por su tasa de crecimiento de la fase lineal (Cuadro 3).

CUADRO 2. Contrastes ortogonales para rendimiento en grano y componentes de rendimiento de 12 genotipos de porotos

TABLE 2. Orthogonal comparisons for seed yield and yield components of 12 genotypes of dry beans

Comparaciones	Rendimiento en grano (g/m ²)	Componentes de Rendimiento		
		Vainas/m ² (Nº)	Semilla/vaina (Nº)	Peso de 100 semillas (g)
Tipo I vs. Tipo II y III	240,2 234,9	349 365	4,2 4,1	17,6 22,6**
Tipo II vs. Tipo III	251,0 ** 218,9	441** 289	4,3* 3,9	18,9 26,3**
Tradicional I vs. Arquetipo I	221,0 259,3 **	291 407**	4,0 4,3**	19,2 15,9
Tradicional II vs. Arquetipo II	246,9 255,1	424 459	4,4 4,2	17,7 20,0
Tardío III vs. Precoz III	223,4 ** 214,3	323** 255	4,0 3,7	25,9 26,7

* Diferencia estadística con 5% de protección.

** Diferencia estadística con 10% de protección.

CUADRO 3. Período total, lineal y tasa de crecimiento lineal y promedio de llenado del grano, para diferentes hábitos de crecimiento, arquitectura de planta y precocidad en porotos

TABLE 3. Total filling duration, lineal filling duration, linear filling rate, mean filling rate, for different bean growth habits, architectural forms and maturity groups, in dry beans

Tipo de las variedades	Llenado de Granos			
	Período (días)		Tasa crecimiento grano (mg/día)	
	Total	Lineal	Lineal	Promedio
Hábito de Crecimiento				
Tipo I	33,6	11	6,9	4,5
Tipo II	39,8	13	6,5	4,4
Tipo III	36,8	12	9,0	6,3
Arquitectura de Planta				
Tradicional	33,7	12	7,0	4,7
Arquetipo	39,7	13	6,4	4,2
Precocidad				
Precoz	32,6	11	8,2	5,6
Tardío	40,6	13	7,6	5,1

Los genotipos tipo I tendieron a tener un menor período del llenado de grano que los II y III. La duración de la fase lineal del llenado del grano fue similar para los tres hábitos de crecimiento. En cuanto a la tasa de crecimiento del grano, los genotipos tardíos III presentaron un crecimiento más rápido que los TI y TII (Cuadro 3).

Para evaluar el comportamiento de la forma tradicional con respecto a la mejorada por arquitectura, se promediaron los valores de TI y TII y de AI y AII. En general, el arquetipo tendió a tener su período total del llenado de grano superior a la forma tradicional. Sin embargo, esta última presentó una leve ventaja en la velocidad de llenado. Por otro lado, los genotipos precoces tuvieron un período de llenado más corto que los genotipos tardíos, pero con una tasa de crecimiento levemente superior (Cuadro 3).

Correlaciones

El rendimiento en grano estuvo positivamente correlacionado con el rendimiento biológico, número de vainas/m², número de semillas/vaina, días a 50% de floración, madurez fisiológica y fase lineal del llenado del grano. Esta fase resultó correlacionada positivamente con el número de semillas/vaina, rendimiento en grano, rendimiento biológico, días a 50% de floración y a madurez fisiológica (Cuadro 4).

DISCUSION

La ausencia de diferencias significativas en rendimiento de grano y algunos componentes de rendimiento, entre las variedades determinadas (Tipo I) y las indeterminadas (Tipo II y III), podría indicar que las plantas con crecimiento determinado acumulan una cantidad similar de m.s., comparadas con las indeterminadas. Dentro de las variedades indeterminadas, los genotipos II presentaron un mayor rendimiento en grano que los tipo III, lo cual se podría explicar por un mayor número de vainas/m² y de semillas/vaina, a pesar del hecho que este último tipo presentó un mayor peso de 100 semillas (Cuadro 2).

Los genotipos tardíos III, AI y AII, tuvieron un mayor rendimiento que los precoces. Estos resultados concuerdan con Dunphy, Hanway y Green (1971), quienes informaron que el número de días a floración y a madurez fisiológica, fue positivamente correlacionado con el rendimiento, en soya.

En porotos, la precocidad podría ser una característica muy importante, en zonas que presentan inestabilidad climática en la época de cosecha, en siembras hechas como segundo cultivo, o en zonas con problemas de abastecimiento de agua. De no existir estos problemas, el uso de variedades de media estación o tardías ofrece la posibilidad de aprovechar mayores potenciales de rendimiento.

CUADRO 4. Coeficientes de correlación simple entre componentes de rendimiento, rendimiento, días a 50% floración, madurez fisiológica y llenado de grano, de 12 genotipos de porotos**TABLE 4. Simple correlation coefficients between yield, yield components, day to 50% flowering, physiological maturity, and seed filling characteristics, of 12 dry bean genotypes**

Características	Nº de semillas/vaina	Peso de 100 semillas	Rdto. en grano	Rdto. biológico	Días a 50% floración	Días a madurez fisiológica	Período total de llenado de grano	Fase lineal del llenado de grano
Nº vainas/m ²	0,35	- 0,629*	0,841**	0,944**	0,600*	0,646*	0,497	0,625*
Nº semillas/vaina		- 0,393*	0,586*	0,336	0,374**	0,512**	0,149	0,530**
Peso 100 semillas			0,539	- 0,637	- 0,133	0,315	0,152	- 0,140
Rdto. en grano				- 0,824**	0,725**	0,749*	0,502	0,784**
Rdto. biológico					0,522	0,587	0,454	0,612*
Días a 50% floración						0,839**	0,782**	0,929**
Días a madurez fisiológica							0,770**	0,849**

* Diferencia estadística, con 5% de protección.

** Diferencia estadística, con 1% de protección.

La variación entre genotipos con diferentes hábitos de crecimiento, arquitecturas de planta y precocidades, para el período total y tasa de crecimiento del grano (Cuadro 3), se puede deber a diferencias en la eficiencia de producción y translocación de fotosintatos. La diferencia en algunas características del llenado de grano y rendimiento entre el AII y TII, concuerdan con Izquierdo y Hosfield (1983), quienes determinaron que AII tenía un mayor período lineal y una menor tasa de crecimiento del grano. Sin embargo, esta diferencia podría ser atribuida a diferencias en el hábito de crecimiento y precocidad, en vez de a un mejoramiento en la eficiencia fisiológica en el AII.

La ausencia de correlación significativa ($r = 0,22$) entre la tasa de crecimiento de la semilla y el rendimiento, se podría deber a factores ambientales que hayan producido condiciones de estrés durante la fase no lineal, o simplemente a que la tasa de crecimiento de la semilla no es afectada por la relación fuente-sink, sino que es controlada principalmente por la semilla en sí. Esta ausencia de correlación concuerda con trabajos previos en porotos (Izquierdo y Hosfield, 1983), soya (Egli y Pfeiffer, 1984; Kaplan y Koller, 1974; Reicosky y otros, 1982) y algunos cereales (Cavaliere y Smith, 1985; Gebeyechou, Knott y Baker, 1982; Jones, Peterson y Geng, 1979). Sin embargo, esta ausencia de correlación no significa que el rendimiento no se pueda mejorar aumentando las tasas de crecimiento del grano, unido a otras características importantes para obtener un buen rendimiento.

La positiva y significativa correlación entre la duración de la fase lineal del llenado de grano y de la madurez fisiológica, concuerda con Reicosky y otros

(1982), quienes sugirieron que la selección por un largo período de llenado del grano en soya, podría resultar en el desarrollo de variedades tardías. La positiva correlación entre período lineal y días a 50% floración y a madurez fisiológica, indican que estos datos podrían ser utilizados en selecciones preliminares para mayor duración de la fase lineal de llenado de grano.

No hubo una clara asociación entre genotipos de semillas grandes y pequeñas, aunque los genotipos Great Northern tuvieron una mayor tasa de crecimiento del grano que los genotipos tipo arroz y negro. Esto podría sugerir que la tasa de crecimiento está controlada por un mecanismo genético, en vez de la relación fuente-sink, entre planta y semilla.

Finalmente, estos resultados sugieren que una variedad indeterminada, de media estación o tardía, con un período lineal de llenado de grano largo y un alto rendimiento biológico, podría tener un mayor rendimiento que variedades precoces y de menor fase lineal de llenado de grano.

CONCLUSIONES

- Los genotipos de hábito de crecimiento determinado, fueron más precoces y tuvieron un menor peso de semillas comparados con los genotipos de hábito II y III.
- Los genotipos de hábito de crecimiento indeterminado (II), presentaron un mayor rendimiento en grano, número de vainas/m², semillas/vaina que los

genotipos pertenecientes al hábito III. Sin embargo, estos últimos presentaron un mayor peso de semillas y fueron más precoces que los genotipos del tipo II.

- El arquetipo I tuvo un mayor rendimiento en grano, un mayor número de vainas/m² y de semillas/vaina que el tradicional I. El arquetipo II presentó solamente un mayor peso de 100 semillas que el tradicional II. Los genotipos tardíos (III), tuvieron un mayor rendimiento en grano, que los genotipos más precoces (III).

- El rendimiento en grano fue positivamente correlacionado con el número de vainas/m², número de semillas/vaina, días a 50% floración, madurez fisiológica y fase lineal de llenado de grano.

El tipo I tendió a tener un período total y lineal de llenado de grano más corto que los genotipos tipo II y III. La misma tendencia fue presentada para la velocidad de crecimiento de la semilla. Los arquetipos mostraron una duración de llenado de grano similar a la forma tradicional. En cambio, los genotipos tardíos presentaron un mayor período total y lineal de llenado de grano que los genotipos precoces.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la relación entre rendimiento en grano y la variación morfológica presente en tres hábitos de crecimiento, en porotos. Cada hábito de crecimiento estuvo representado por cuatro genotipos. En los tipos I y II, se incluyeron dos genotipos tradicionales y dos genotipos mejorados por arquitectura de planta, llamados 'arquetipos'. En el tipo III, se incluyeron dos genotipos tardíos y dos precoces, por no existir genotipos mejorados por arquitectura.

Los resultados indicaron que los genotipos determinados (tipo I) fueron más precoces y presentaron menor peso de las semillas, que los genotipos indeterminados (tipos II y III). Los genotipos del tipo II superaron en rendimiento al tipo III, lo cual fue consecuencia de un mayor número de vainas/m² y número de semillas/vaina. Los genotipos pertenecientes al arquetipo I rindieron más que los tradicionales I. Los del arquetipo II mostraron un peso mayor de 100 semillas que los tradicionales II.

Los genotipos tipo I tendieron a tener un menor período total y lineal de llenado de grano que los de tipos II y III. La misma tendencia fue observada en la velocidad de crecimiento de la semilla.

Los arquetipos mostraron poseer un período similar de llenado de grano que la forma tradicional; en cambio, las variedades tardías presentaron un mayor período total y lineal de llenado de grano que los genotipos precoces.

El rendimiento en grano fue positivamente correlacionado con el número de vainas/m², número de semillas/vaina, días a floración y madurez fisiológica y velocidad de llenado de grano.

LITERATURA CITADA

- BEAVER, J. S., PANIAGUA, C. V., COYNE, D. P., and FREYTAG, G. F. 1985. Yield stability of dry bean genotypes in the Dominican Republic. *Crop Sci.* 25: 923-926.
- CAVALIERI, A.J. and SMITH, O.S. 1985. Grain filling and field drying of a set of maize hybrids released from 1930 to 1982. *Crop Sci.* 25: 856-860.
- CROSS, H.Z. 1975. Diallel analysis of duration and rate of grain filling of seven inbred lines of corn. *Crop Sci.* 15: 532-535.
- COYNE, D.P. 1980. Modification of plant architecture and crop yield by breeding. *Hort. Sci.* 15: 244-247.
- DUNPHY, E.J., HANWAY, J.J., and GREEN, D.E. 1971. Soybean yield in relation to days between specific development stages. *Agron. J.* 71: 917-920.
- EGLI, D.B., FRASER, J., LEGGET, J.E., and PONELEIT, C.G. 1981. Control of seed growth in soya beans (*Glycine max* (L) Merril). *Ann. Bot.* 48: 171-176.

- EGLI, D.B., ORF, J.H., and PFEIFFER, T.W. 1984. Genotypic variation for duration of seed fill in soybean. *Crop Sci.* 24: 587–592.
- GAY, S., EGLI, D.B., and REICOSKY, D.A. 1980. Physiological aspects of yield improvement in soybeans. *Agron. J.* 72: 387–391.
- GEBEYECHEOU, G., KNOTT, D.R., and BAKER, R.J. 1982. Relationships among durations of vegetative and grain filling phases, yield components and grain yield in durum wheat cultivars. *Crop Sci.* 22: 287–290.
- IZQUIERDO, J.A. and HOSFIELD, G.L. 1983. The relationship of seed filling to yield among dry beans with differing architectural forms. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108: 106–111.
- JONES, D.B., PETERSON, M.L., and GENG, S. 1979. Association between grain filling rate and duration and yield components in rice. *Crop Sci.* 19: 641–644.
- KAPLAN, S.L. and KOLLER, H.R. 1984. Variation among soybean cultivars in seed growth rate during the linear phase of seed growth. *Crop Sci.* 14: 613–614.
- KELLY, J.D., VARNER, G.V., and ADAMS, M.W. 1986. The effect of different dry bean growth habits on yield stability. *Bean Improv. Coop.* 29: 58–59.
- KUENEMAN, E. A., HERNANDEZ-BRAVO, G., and WALLACE, D.H. 1978. Effects of growth habits and competition on yields of dry beans (*Phaseolus vulgaris*) in the tropics. *Exp. Agric.* 14: 97–104.
- LAING, D.R., JONES, P.G., and DAVIS, J.H. 1984. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) En: Goldsworthy P.R. and Fisher N.M. (Ed), *The Physiology of Tropical Field Crops*. John Wiley & Sons, New York. p.: 305–351.
- NIENHUIS, J. and SINGH, S. 1986. Combining ability analyses and relationships among yield, yield components and architectural traits in dry bean. *Crop Sci.* 26: 21–27.
- REICOSKY, D.A., ORF, J.H., and PONELEIT, CH. 1982. Soybean germoplasm evaluation for length of the seed filling period. *Crop Sci.* 22: 319–322.
- ROBITAILLE, H.A. 1978. Dry matter accumulation patterns in indeterminate *Phaseolus vulgaris* L. cultivars. *Crop Sci.* 18: 740–743.
- SINGH, S.P. 1982. A key for identification of different growth habits of *Phaseolus vulgaris* L. *Bean Improv. Coop.* 25: 92–95.