

RECURSOS GENÉTICOS DEL FRIJOL
(Phaseolus vulgaris L.)

Mario Lobo A.^{rias} (1)

R E S U M E N

El género Phaseolus, de origen americano, comprende 5 especies domesticadas, habiéndose realizado éste proceso, en el frijol común, desde México hasta Argentina en sitios múltiples, lo cual produjo efecto de fundación con una variabilidad reducida a nivel de materiales cultivados con relación a las poblaciones silvestres y con formación de acervos genéticos con algunas barreras de cruzabilidad. Para el desarrollo de cultivares la base germoplásmica se compone de los materiales silvestres, semisilvestres y domesticados de la especie P. vulgaris, existiendo, además características deseables en taxones relacionados, con los cuales se puede lograr hibridación con mayor o menor grado de dificultad, precisándose, en algunos casos, de rescate de embriones. La semilla de Phaseolus se puede almacenar a largo plazo, estando presente, la colección más amplia, de este género, a nivel mundial, en el CIAT. Actualmente, se dispone de descriptores para caracterizar y evaluar el germoplasma tanto de P. vulgaris, como de otras especies domesticadas del género y se han producido catálogos del germoplasma existente.

I.A., Ph.D. Jefe Nacional Sección Leguminosas, Centro de Investigación "La Selva", A.A. 100 Rionegro (Antioquia), Colombia, S.A.

INTRODUCCION

La variabilidad genética es una constante universal en todas las especies vivientes, la cual es aprovechable, artificialmente por el hombre, en la creación de nuevos genotipos a través de combinación de características o por conjunción de factores con acción aditiva positiva, desde el punto de vista de la genética cuantitativa.

La variabilidad es el resultado de una serie de procesos evolutivos que conducen a cambios en las frecuencias génicas y rearrreglos del material genético como son: Mutación, selección, migración, deriva genética y cambios cromosómicos en número o estructura a través de milenios.

El recurso germoplásmico, el cual está constituido por la variabilidad existente dentro de la especie: Silvestres, malezas, primitivos, cultivares mejorados y taxones relacionados requiere, para su utilización adecuada, de conocimientos acerca de: Variabilidad total existente y colectada, manejo del recurso desde el punto de vista de mantenimiento, aumento y caracterización y evaluación y relaciones de cruzabilidad entre diversos acervos genéticos y taxones. |

GENERO PHASEOLUS

El género Phaseolus, de origen americano (Evans 1976, Smartt 1985, Debouck y Tohme 1989, Toro et al 1990), comprende cinco especies domesticadas (Toro et al 1990), las cuales son: P. vulgaris L.; Frijol Común; P. lunatus L. Frijol Lima; P. coccineus Frijol Petaco o de año; P. polyanthus, el cual se consideró inicialmente como subespecie de P. coccineus, (Boudoin, Marechal 1988) y P. aculifolius, Frijol Tepari; existiendo, además de las anteriores

más de 20 especies silvestres.

La zona de dispersión de las formas silvestres de P. vulgaris, se extiende desde México hasta Argentina (Toro et al 1990), con un patrón de domesticación múltiple (Debouck, Tohme 1989, Toro et al 1990), lo cual condujo a la formación de subgrupos genéticos diversos, existiendo dificultades de hibridación entre acervos de diferente origen, lo cual está documentado en la literatura (Coyne 1965, Shii et al 1985, Singh, Gutiérrez 1984, Gepts, Bliss 1985). Se ha discutido que la domesticación en sitios múltiples, en el caso del frijol, condujo a coevolución con los ambientes en que esta se produjo, presentándose evidencia en este sentido por parte de Staveli, de Correa, y de Rennie y Kemp, citados por Debouck y Tohme (1989).

La domesticación de Phaseolus produjo una serie de cambios, de los cuales los más notorios son: Incrementos en el tamaño de la semilla, lo cual es extremo en el caso de P. coccineus y P. lunatus; disminución, en los cultígenos, de la latencia de las semillas debida a testa dura; reducción en la pigmentación; aparición de hábito de crecimiento determinado; reducción en el grado de ramificación lateral, pérdida de la dehiscencia espontánea de las vainas, con disminución en la lignificación de las mismas; presencia de períodos de vida anual, lo cual, para el caso de P. vulgaris y P. acutifolium, tuvo lugar en los ecosistemas silvestres; aparición de materiales insensibles al fotoperíodo (Smart 1985); incremento en el tamaño de las flores en P. vulgaris y P. coccineus (Evans 1976).

CONJUNTOS GENÉTICOS EN PHASEOLUS

{Con el fin de agrupar la variabilidad existente y potencialmente utilizable por parte de una especie se han definido los llamados Conjuntos Genéticos, los cuales son: Primario, conformado por las formas domesticadas, semidomesticadas y silvestres de la especie; secundario, el cual incluye las especies biológicas que cruzan con el taxón en consideración con algún grado de dificultad, sin técnicas especiales como rescate de embriones y el terciario que comprende especies con las cuales se puede lograr hibridación, pero, con la ayuda de metodologías especiales como el cultivo de embriones, la producción artificial de poliploides, la injertación, el cultivo de tejidos y el uso de puentes genéticos (Harlan, Wet 1971, Cubero 1984).}

En frijol común, el complejo primario está conformado por las formas silvestres, malezas, cultivares primitivos y variedades comerciales de P. vulgaris, el secundario por P. coccineus y P. polyanthus, (Baudoin, Marechal 1988), especies con las cuales, se producen híbridos con las formas domesticadas con incompatibilidad unilateral, precisándose utilizar como citoplasma P. vulgaris, estando relajada esta incompatibilidad a nivel de formas silvestres y el conjunto terciario por P. acutifolius, P. filiformis, P. ritensis y P. angustissimus.

{ UTILIZACION DEL GERMOPLASMA PARA EL DESARROLLO DE CULTIVARES

La producción de cultivares de Phaseolus ha dependido, en alto grado, de los recursos genéticos de los cultígenos individuales, existiendo una alta posibilidad de introgresión interespecífica a partir de otros taxones del género; lo cual depende de la afinidad genética y de la morfología cromosómica, en el caso de Phaseolus, donde todas las especies, reconocidas hasta el presente, poseen 11 pares

de cromosomas.

En el caso del género, en mención, para especies estrechamente afines y con poca diferencia estructural a nivel de los cromosomas, se ha presentado incompatibilidad unilateral, la cual está documentada para los cruzamientos P. vulgaris x P. coccineus y P. vulgaris x P. polyanthus, precisándose utilizar como progenitor femenino P. vulgaris (Smartt 1970, Camarena, Baudoín 1987, Baudoín, Merechal 1988), siendo el mecanismo de incompatibilidad más fuerte al emplear formas domesticadas en comparación con progenitores silvestres de estos taxones; así, Baudoín y su grupo (1985) señalaron la obtención de híbridos, sin aborto de embrión, al cruzar como madre P. coccineus silvestre con P. vulgaris, señalando Baudoín y Merechal (1988) que en Gembloux se han identificado algunos citoplasmas silvestres de P. coccineus que pueden emplearse como puente para incrementar la introgresión de formas cultivadas de P. coccineus y P. polyanthus como progenitores donantes y P. vulgaris como padre recurrente.

Señalan Baudoín y Merechal (1988) que, a medida que la distancia genética entre los progenitores es mayor, es más difícil obtener híbridos interespecíficos, indicando, los autores, que en Phaseolus el número de univalentes señala la falta de homología estructural cromosómica; así, cuando estos están entre 1 y 6 se tendrá una desarmonía moderada, pudiendo obtenerse híbridos por medios convencionales luego de numerosos intentos; lo anterior se ha logrado en combinaciones entre P. lunatus y los taxones silvestres P. maculatus, P. ritensis, P. jaliscanus y P. salicifolius (diversos autores, citados por Baudoín, Merechal 1988).

Los mismos autores (Baudoín, Merechal 1988) agregan que cuando el número de univalentes es alto, 7 a 10, las posibilidades de la hibridación interespecífica son reducidas, pero que, aún es posible

obtener algunos resultados explorando dentro de una amplia gama de los genotipos de ambos padres con cruzamientos en ambas direcciones, siendo un complemento importante el rescate de embriones. Así, se ha utilizado el cultivo de embriones para cruzamientos entre P. vulgaris como un progenitor y P. acutifolius (Predonta et al 1982) y P. filiformis (Weillean de Tau et al 1986) como el otro parental.

Hucl y Scolen (1985) resumieron algunas de las características deseables encontradas en especies del género Phaseolus cultivadas y silvestres, lo cual resalta la importancia de la introgresión interespecífica, los resultados se incluyen en la Tabla 1.

MANEJO DEL RECURSO GERMOPLASMICO

Colección:

Ya que se conoce que la variabilidad existente a nivel de domesticación es reducida, con relación al material silvestre, (efecto de fundación), se requiere coleccionar, con base en las expediciones que se han realizado hasta el momento y la población de silvestres y semisilvestres aún existentes, en la zona de dispersión de estas poblaciones; en este sentido, se ha señalado que es fundamental sistematizar la manipulación y colecta de la biodiversidad de frijol ya que mucha diversidad genética se ha perdido durante el proceso de domesticación y a través de las técnicas de colecta y manipulación del germoplasma, existiendo características de gran importancia que se encuentran en bajas frecuencias o en subpoblaciones específicas (Debouck, Tohme 1988); existiendo recomendaciones sobre la metodología de recolección de este tipo de mutantes (Debouck 1988).

TABLA 1. Algunas Características importantes identificadas en especies de Phaseolus Cultivadas y Silvestres.

Tolerancia o Resistencia a:	Especie
<u>Xanthomonas</u>	<u>P. acutifolius</u>
	<u>P. coccineus</u>
Pudriciones radiculares	<u>P. coccineus</u>
Moho Blanco	<u>P. coccineus</u>
Sequía y Calor	<u>P. acutifolius</u>
Frío	<u>P. wrightii</u>
	<u>P. ritensis</u>
Congelamiento	<u>P. wrightii</u>
Suelo con costras duras	<u>P. coccineus</u>
	<u>P. polystachus</u>
Inundación	<u>P. wrightii</u>

FUENTE: Hucl, P.; Scoles, G.J. 1985.

Mantenimiento:

En relación al mantenimiento del recurso genético de frijol, cabe señalar que este posee semilla ordoxa; lo anterior indica que esta puede conservarse a largo plazo en condiciones de temperatura baja y con un contenido de humedad reducido; ocupando 1000 semillas 130 cc (Cromarty et al 1982); siendo fundamental la temperatura de secado para la longevidad posterior de la semilla. En el anterior contexto el IBPGR y como condiciones ideales de secado recomienda cuartos con 10 a 15°C de temperatura y 10 a 15% de humedad relativa para un secado lento en capas delgadas (Cromarty et al 1982); por otro lado, y para semillas de tamaño relativamente grande, como es el caso del frijol, se ha indicado que el secado de la semilla puede llevarse a cabo en dos etapas: En una primera fase se utiliza un sitio a 17°C con una humedad relativa del 40 al 45%, pudiendo lograrse este ambiente, en forma relativamente fácil, mediante el empleo de equipos convencionales de aire acondicionado, hasta que se logre un equilibrio en el contenido de humedad de la semilla; luego, esta se incluye en una segunda fase de secado a 30°C y con 10% de humedad relativa, no causándose daño a la semilla si se mantiene el flujo de aire por encima de 2.5 m/s.

Si no se dispone de cuartos de secado, y se quieren procesar pequeñas cantidades de semillas, se pueden utilizar desecadores de laboratorio con silicagel en el fondo, (Lobo, 1990), sustancia de gran capacidad de adsorción de humedad, la cual, una vez humedecida, se puede reutilizar secándola a la estufa a 175°C durante 6 horas y permitiendo que se enfríe en un desecador a temperatura ambiente antes de su utilización (Cromarty et al 1982).

Se ha encontrado que la aplicación de químicos, para almacenamiento a baja temperatura, es detrimento; bajo estas condiciones y por el bajo contenido de humedad de la semilla, no hay problemas pato-

lógicos, ni de insectos (Van Der Maesen 1984).

Se considera que el empaque para la semilla debe reunir las siguientes características: que se pueda sellar herméticamente, impermeable a gases y vapor de agua, que no sea frágil, que se pueda volver a sellar y relativamente barato (Witcombe 1984); en el caso de las especies autógamas de Phaseolus, se recomienda almacenar 4000 semillas por entrada siendo el número ideal para P. coccineus, taxón alógamo, 12000 semillas (Van Der Maessen 1984).

Dado que el recurso germoplásmico hay que mantenerlo con máxima viabilidad, puesto que existe el peligro de pérdida de genes valiosos que se encuentran en baja frecuencia y se sabe que la viabilidad de materiales, con caracteres heredables específicos, no es un proceso al azar, se requiere un monitoreo periódico del germoplasma, lo cual, si se llevare a cabo con las normas de ISTA (1985), causaría un gasto alto de recurso almacenado; se ha desarrollado la llamada prueba secuencial de germinación, la cual se lleva a cabo, con una sola repetición y un número reducido de semillas; de acuerdo a los resultados se decide: repetir la prueba con resultados acumulativos a los anteriores, aumentar el material o dejar en almacenamiento el germoplasma (Ellis et al 1985).

Actualmente, la mayor colección de germoplasma de Phaseolus en el mundo se mantiene a largo plazo en las instalaciones del CIAT en Cali, la cual a principios de 1989 tenía 41508 entradas de diversos taxones de Phaseolus (Toro et al 1990).

Caracterización:

La caracterización, la cual comprende el registro de aquellas variables de alta heredabilidad, que pueden ser observadas fácilmente y que se expresan en todos los ambientes (Williams

1984) y la evaluación que toma en consideración características que pueden ser afectadas por el medio ambiente (Howen 1981, Arbeláez y Mora 1989), vuleven útil el germoplasma colectado. El registro de datos anterior se logra a través de las llamadas listas de descriptores, las cuales, entre otros cumplen las siguientes funciones: uniformizar y estandarizar la descripción sistemática y facilitar el intercambio de datos a nivel internacional (Engel 1985).

El IBPGR ha desarrollado una serie de descriptores para diversas especies de Phaseolus, entre las cuales se encuentran las de P. vulgaris (IBPGR, 1982), P. lunatus (IBPGR 1982), P. coccineus (IBPGR 1983) y P. acutifolius (IBPGR 1985).

A nivel del CIAT, entidad internacional que conserva la colección más amplia de germoplasma de Phaseolus a nivel mundial, luego del incremento inicial de la semilla, el germoplasma se caracteriza mediante el empleo de descriptores morfoagronómicos para cada una de las especies; así, en el caso de P. vulgaris se registran 25 características a nivel de campo y 7 de semilla; además se llevan a cabo evaluaciones específicas, tales como resistencia a Empoaca y al virus del mosaico común (CIAT s.f.).

Documentación:

Se ha señalado que un buen sistema de documentación es la clave para la utilización del material depositado en los bancos de germoplasma (Esquinas-Alcazar 1981). Con la disponibilidad actual de ordenadores de datos, se puede manipular una gran cantidad de información, almacenarla y comunicarla, incluyendo pasaporte, datos de almacenamiento, germinación y renovación, caracterización, evaluación y distribución del germoplasma; permitiendo la publicación de catálogos. A nivel del CIAT, los datos producidos durante todo el proceso, se manejan a través de un equipo IBM 4361

con un sistema de base de datos 1 DMS/s (CIAT, s.f.).

BIBLIOGRAFIA

- ARBELAEZ, C.A.; MORA, M. 1989. Documentación de los Recursos Fitogenéticos. Seminario Universidad Nacional. Fac. de Agronomía. Medellín, 54p.
- BAUDOIN, J.P.; MARECHAL, R. 1988. Wide crosses and taxonomy of pulse crops, with special emphasis on Phaseolus and Vigna. In: Africao Plant Genetic Resources Workshop. IITA, Obodan, Nigeria.
- CAMARENA, F.; BAUDOIN, J.P. 1987. Obtention des premiers hybrides interespecificques entre P. vulgaris et P. ptyanthus onecly cytoplasme de cette dermiere forme bull-Rech. Agron. Gembloux 22: 43-55.
- CIAT. s.f. The Genetic Resources unit (GRU). Handout 5p.
- COYNE, D.P. 1965. A genetic study of "crippled" morphology resembling virus symptoms in Phaseolus vulgaris L. J. Heredity 56: 162.
- CROMARTY, A.S.; ELLIS, R.H.; ROBERTS, E.H. 1982. The Design of Seed Storage Facilities for Genetic Conservation. IBPGR, Secretariat, Rome, 96p.
- CUBERO, J.I. 1984. Utilization of wild relatives and primitive forms of food legumes. In: Genetic Resources and their Exploitation Chickpeas, Faba BEans and Lentils (Witcombe, J.R.; Erskine, W. Edits) Martinus Nijhoff/Dr. Junk Publishers pp. 73-84.
- DEBOUCK, D.G. 1988. Phaseolus germplasm exploration. In: Genetic Resources of Phaseolus beans (Gepts, P., Edit) Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Halland. pp 3-29.
- DEBOUCK, D.G.; TOHME, J. 1989. Implications for bean breeders on the origins of common beans, Phaseolus vulgaris . In: Current Tropics in breeding of Common bean (Beebe, S.; Edit). Working Document N° 47. Bean Program, CIAT, Cali, Colombia pp. 3-42.
- 10 ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. 1985. Handbook of seed technology for gene banks Rome. 210 p.

- ENGELS, J. 1985. Descripción sistemática de colecciones de germoplasma. CIRF. Lecturas sobre Recursos Fitogenéticos. Caracterización y Documentación N° 6. CIAT, Cali. 21p.
- ESQUINAS-ALCAZAR, J.T. 1981. Los recursos fitogenéticos, una inversión segura para el futuro. Roma, FAO. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura y Pesca, España 44p.
- EVANS, A. 1976. Beans. In: Evolution of Crop Plants (Simmonds, N.W., Edit). Longman, London and New York. pp 168-172.
- GEPTS, P.; BLISS, F.A. 1985. F1 hybrid weakness in the common bean: differential geographic origin suggest two gene pools in cultivated bean germplasm. J. Heredity 76: 447-450.
- HARLAN, J.R. De WET, J.M.J. 1971. Towards a rational classification of cultivated plants. Taxon 20: 509-517.
- HOWES, C. 1981. Guidelines for developing descriptors lints. Plant Genetic Resources Newsletter N° 45: 26-32.
- HUCL, P.; SCOLEN, G.J. 1985. Interspecific hybridization in the common bean: A Review. HortScience 20: 352-357.
- IBPGR. 1982. Limabean descriptors. IBPGR Secretariat Rome 36p.
- IBPGR. 1982. Phaseolus vulgaris descriptors. IBPGR, Secretariat Rome 32p.
- IBPGR. 1983. Phaseolus coccineus descriptors. IBPGR, Secretariat Rome 34p.
- IBPGR. 1985. Phaseolus acutifolius descriptors. IBPGR, Secretariat. Rome 26p.
- ISTA. 1985. International Rules for Seed testing. Seed Science and Technology 13: 300-520.
- LOBO, M. 1990. Recursos Genéticos y Producción de Variedades de Haba. In: XII Seminario. Mejoramiento y Producción de Haba (Ramakrishna, B; Hernández-Bravo, G. Edits). PROCIANDINO, Quito, Ecuador pp.93-108.
- 24 PREDONTA, K.; BAUDOIN, J.P.; MARECHAL, R. 1982. Fertile allopolyploids from the cross Phaseolus acutifolius x Phaseolus vulgaris. Bull. Rech. Agrow. Gembloux 17: 177-190.

SHII, C.T.; MOK, M.C.; TEMPLE, S.R.; MOK, D.W.S. 1980. Expression of developmental abnormalities in hybrids of Phaseolus vulgaris L. J. Heredity 71: 218-222.

SINGH, S.A.; GUTIERREZ, J.A. 1984. Geographical distribution of the DL 1 and DL 2 genes causing hybrid dwarfism in Phaseolus vulgaris L., their association with seed size, and their significance to breeding Euphytica 33: 337-345.

SMARTT, J. 1970. Interespecific hybridization between cultivated American Species of the genus Phaseolus. Euphytica 19: 480-489.

SMARTT, J. 1985. Evolution of Grain Legumes IV Pulses in the genus Phaseolus. Exp. Agric. 21: 193-207.

TORO, O.; TOHME, J.; DEBOUCK, D. 1990. Wild Bean (Phaseolus vulgaris L.): Description and Distribution. IBPGR, CIAT, CIAT Publication N° 181. 106p.

VAN DER MAESEN, L.J.G. 1984. Seed storage, viability and rejuvenation. In: Genetic Resources and their Exploitation-Chickpeas, Faba Beans and Lentils. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers pp.13-22.

WEILENMAN DE TAN, E.; BAUDOIN, J.P.; MARECHAL, R. 1986. Obtention d'allopolyploides fertiles chez le croisement entre Phaseolus vulgaris et Phaseolus filiformis. Bull. Rech. Agron. Gembloux 21: 35-46.

WILLIAMS, J.T. 1984. Adecade of Crop Genetic Resources Research. In: Crop Genetic Resources: Conservation and Evaluation (Holden, J.W.H.; Williams, J.T., Edits). GEorge Allen and Unwin-London pp.1-16.

33 WITCOMBE, J.R. 1984. Seed drying and the designed costs of cold storage facilities. In: Genetic Resources and their Exploration. Chickpeas, Fababeans, and Lentils. Martinus Nijhoff/DR. W. Junk Publishers pp.23-38.