

EVIDÊNCIAS DE DOMESTICAÇÃO E DISSEMINAÇÃO DO FEIJOEIRO COMUM E CONSEQÜÊNCIAS PARA O MELHORAMENTO GENÉTICO DA ESPÉCIE¹

PEDRO ANTONIO ARRAES PEREIRA²

RESUMO - A origem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é múltipla, e sua domesticação teve lugar em dois "pools" de genes independentes: Meso-América e Andes. Além do mais, o processo de domesticação redundou em uma forte redução da diversidade genética baseada nos tipos eletroforéticos da faseolina presentes nos feijões cultivados e silvestres. Ao contrário, durante e após o processo de domesticação, a seleção de tipos morfológicos pelos antigos agricultores, aumentou a variabilidade genética dos caracteres morfológicos.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris*, faseolina, eletroforese, proteína, diversidade.

EVIDENCES FOR THE DOMESTICATION AND DISSEMINATION OF COMMON BEAN AND CONSEQUENCES FOR THE GENETIC IMPROVEMENT OF THE SPECIES

ABSTRACT - The origin of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) is multiple and the domestication process took place in two independent genes pools: Meso-America and Andes. Furthermore the domestication process decreased the genetic diversity based on the phaseolin electrophoretic patterns present in the wild and cultivated form of the species. On contrary, during and after the domestication process the selection of morphological types by ancient farmers increased the genetic variability of morphological traits.

Index terms: *Phaseolus vulgaris*, phaseolin, electrophoresis, protein, diversity.

INTRODUÇÃO

Evidências botânicas, arqueológicas e bioquímicas recentes sobre a domesticação e disseminação da espécie vislumbram novas perspectivas para o melhoramento genético. Na presente revisão, serão discutidas algumas dessas evidências e as novas perspectivas que elas oferecem, para o melhorista de feijão.

A taxonomia do gênero *Phaseolus* foi revista por alguns estudos (Delgado Salinas 1985, Marechal et al. 1978, Verdcourt 1970). Esses estudos consideram o gênero *Phaseolus* com um número restrito de espécies, distribuídas exclusivamente nas Américas. O gênero, além das espécies que crescem em condições silvestres, contém quatro espécies cultivadas, que constituem o ancestral silvestre e o descendente domesticado. As espécies cultivadas de *Phaseolus* são o feijoeiro comum, *P. vulgaris* L., *P. lunatus* L., *P. coccineus* L., *subsp coccineus*, *P. coccineus* L., *subsp polyanthus* e *P. acutifolius* A. Gray.

A informação tradicional do processo de domesticação do feijoeiro se baseia em três tipos de dados: idade, distribuição geográfica e descobertas arqueológicas (Burkart & Brucher 1953, Kaplan 1965, 1981).

As amostras de feijão descobertas por arqueólogos são completamente domesticadas, e a característica das sementes não pressupõe qualquer transição do ancestral selvagem. O tamanho e cor das sementes dessas amostras são similares aos de raças "crioulas", as quais são cultivadas atualmente por pequenos agricultores (Debouck & Thome 1988).

Assim sendo, torna-se importante o uso de técnicas alternativas para elucidar o processo de domesticação do feijoeiro comum.

Evidências através de marcadores bioquímicos

A faseolina é a proteína principal de armazenamento do feijoeiro comum. É responsável por até 50% do N total retido na semente (Brown et al. 1981), e também apresenta todas as características imprescindíveis de um marcador bioquímico, para ajudar a elucidar a dinâmica do processo de domesticação do feijoeiro. Essas características são:

¹ Aceito para publicação em 6 de abril de 1989.

² Eng.-Agr., Ph.D., Melhorista e Geneticista do CNPA/ EMBRAPA, Caixa Postal 179, CEP 74000 Goiânia, GO.

1. polimorfismo geográfico: diversas formas do marcador devem existir ao longo da faixa de distribuição geográfica do ancestral;

2. alta herdabilidade, com pouco efeito do ambiente na expressão do carácter, e que cada variante do marcador bioquímico seja um conjunto complexo de eventos, para que o mesmo variante não seja produzido diversas vezes na história da cultura. No caso da faseolina, cada tipo consiste de diversos polipeptídeos, com peso molecular variando de 45.000 a 54.000 dáltons, a pH 5,6 e 5,8 respectivamente;

3. estabilidade durante o processo de domesticação: o marcador não pode ser influenciado pelo processo de domesticação. A pressão de seleção deve ser exercida em outras características.

A simples presença de um feijão silvestre que se assemelha ao feijão cultivado e produz sementes viáveis

através da hibridação artificial não é a prova contundente a respeito da identidade da população silvestre que deu origem à população cultivada (Gepts 1988). No caso do feijoeiro comum, o seu ancestral se distribuiu do oeste do México até o nordeste da Argentina (Fig. 1) (Brucher 1988, Delgado Salinas et al. 1988). Essa distribuição, quase contínua, não significa que o feijão silvestre seja morfologicamente uniforme nesta faixa (Fig. 2).

Como ilustração podem ser observadas, na Tabela 1, algumas características morfológicas mostrando uma tendência de continuidade ao longo da faixa de distribuição do feijão silvestre. Essas diferenças morfológicas possivelmente refletem a adaptação do feijoeiro silvestre às condições contrastantes do ambiente em que se encontra.



FIG. 1. Distribuição de material silvestre de *Phaseolus vulgaris* L. em 1988.
Fonte: Debouck & Thome 1988.

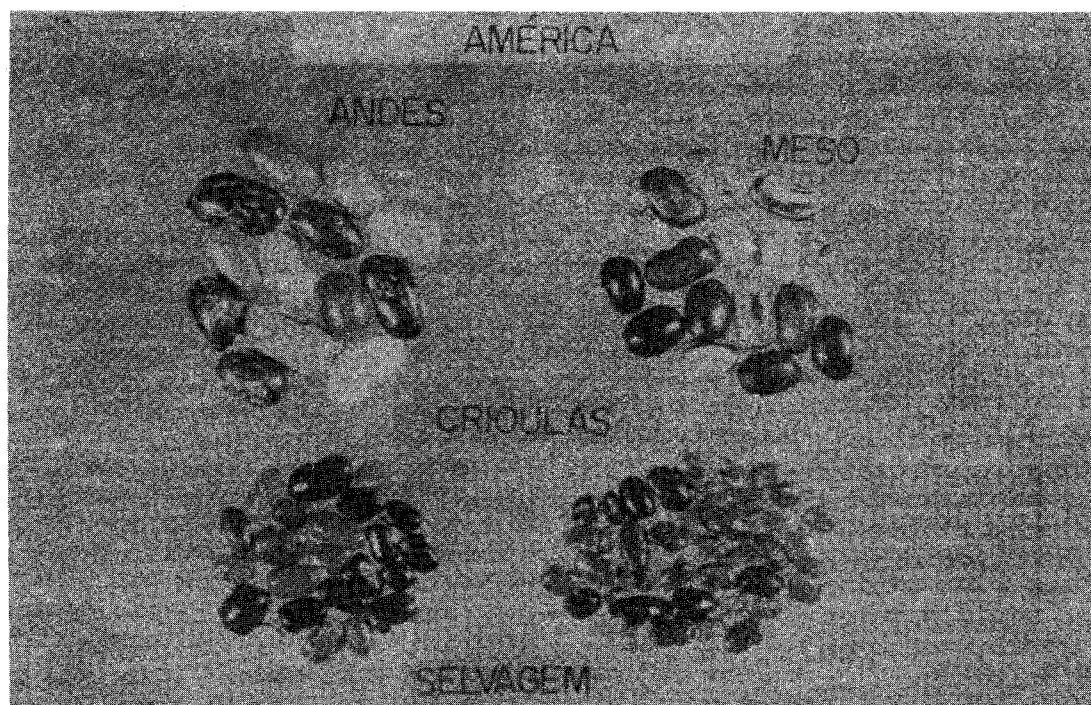


FIG. 2. Variabilidade morfológica entre raças crioulas e feijões silvestres, originados da Meso-América ou dos Andes.

TABELA 1. Alguns caracteres morfológicos e fisiológicos de feijões silvestres, crescidos em duas localidades na Colômbia.

Origem	Peso de 100 sementes (g)	Hipocótilo (tipo)	Bractéola (tamanho/forma)	Floração (dias)
México	5 - 8	Lignificado	Grande, oval	40 - 50
Guatemala	6 - 9	Lignificado	Grande, oval	65 - 75
Costa Rica	5 - 6		Grande, oval	> 100
Colômbia	8 - 12	Lignificado	Grande, oval	65 - 75
Peru				
Norte	15 - 16		Médio a grande, oval	55 - 65
Sul	10 - 16	Herbáceo	Grande, lanceolado	
Bolívia	9 - 12	Herbáceo	Grande, lanceolado; pequeno, triangular	40 - 50
Argentina	12 - 16	Herbáceo	Pequeno, triangular	35 - 40

Fonte: Debouck & Thome (1988).

A exclusividade de cada tipo de faseolina tem uma consequência importante. As cultivares de feijão, domesticadas na Meso-América, apresentam unicamente faseolina do tipo S, com exceção de uma cultivar que apresenta tipo M dessa proteína. Em

contraste, na população de feijão silvestre são observados 16 tipos eletroforéticos da faseolina (Gepts et al. 1986). Esse dado indica que o processo de domesticação reduziu a variabilidade genética. A mesma tendência foi observada na diversidade de tipo de

faseolina nos feijões andinos, apesar de que a redução da diversidade dos tipos desta proteína nos Andes foi bem menor que na Meso-América (Gepts et al. 1986). Outro fato interessante é que as cultivares de cada região apresentam o tipo de faseolina que está presente nos feijões silvestres da referida região. Essa distribuição paralela foi interpretada como indicação do evento de múltipla domesticação do feijoeiro comum, ao longo da faixa de distribuição do seu antecessor silvestre (Gepts et al. 1986, Gepts & Bliss 1986). Dois centros de domesticação foram identificados: um, na Meso-América, o qual originou o tipo S, e o outro, nos Andes, que originou os tipos 'T', 'C' e 'H' de faseolina (Gepts et al. 1986). Existe maior número de tipos de faseolina nos materiais silvestres do que nos feijões cultivados. Isto indica que somente parte da variabilidade genética presente nos feijões selvagens se mostra presente nos feijões cultivados (Tabela 2).

Como mencionado por Gepts (1984, 1988), os feijões silvestres mexicanos, que não têm nenhum sinal aparente de introgessão dos feijões cultivados, estão concentrados no oeste do México, que provavelmente é o local da domesticação do feijoeiro. A redução da variabilidade dos tipos de faseolina é contrastante com o aumento da variabilidade, nas características morfológicas, com o advento da domesticação. As cultivares são mais variáveis em relação ao tipo de planta, tipo de vagem e cor da semente (Fig. 2). Essas características morfológicas são, geralmente, controladas por poucos genes e com um grande efeito fenotípico. A única exceção é o tamanho da semente, que parece ser uma caracterís-

tica quantitativa. Outro fato a considerar é que todas essas características morfológicas apresentam herdabilidade alta, inclusive o tamanho da semente. Esses dois parâmetros, alta herdabilidade e um efeito fenotípico claramente identificável, provavelmente tornaram possível a seleção feita por antigos agricultores.

Assim, em conclusão, o processo atual de domesticação do feijoeiro reduziu profundamente a variabilidade genética, como pode ser demonstrado pelo marcador bioquímico (faseolina). Entretanto, segundo Gepts (1988), durante e após o processo de domesticação, a seleção dos tipos morfológicos pelos antigos agricultores aumentou a variabilidade genética dos caracteres morfológicos (Fig. 2).

Outra evidência de que apenas parte da população silvestre ou apenas poucas plantas tenham sido incluídas no processo de domesticação é indicada pela resistência por antibiose aos carunchos, através da presença da proteína arcelina, encontrada em um reduzido número de feijões silvestres na localidade de Arcelia, no México (Romero Andreas et al. 1986, Osborn et al. 1988).

Em resumo, a origem do *Phaseolus vulgaris* L. é múltipla, e a domesticação teve lugar em dois "pools" de genes independentes: Meso-América e Andes. Além do mais, o processo de domesticação redundou em uma forte redução da diversidade genética.

Essas duas conclusões têm implicações diretas em programas de melhoramento genético do feijoeiro. Primeiramente, deve-se dar maior ênfase à coleta, manutenção, e, principalmente, à utilização de germoplasma silvestre, para aumentar a base genética dessa leguminosa.

A evolução entre o feijoeiro e os organismos a ele associados, como patógenos e o rizóbio, talvez possa ser melhor entendida e explorada utilizando os dois "pools" de genes. No caso específico da simbiose rizóbio-feijão, o simbionte e a planta hospedeira podem ter diferentes genes de virulência ou de resistência. Assim sendo, a possível coevolução entre *P. vulgaris* e *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli*, pode ter um impacto no melhoramento do feijoeiro. O conhecimento deste processo de coevolução tornará possível otimizar as combinações rizóbio-feijão, e, em consequência, aumentar o potencial de fixação de N₂ dessa leguminosa e a sua produtividade de grãos.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. P. Gepts, por ter fornecido as suas pesquisas mais recentes sobre o assunto.

TABELA 2. Distribuição geográfica da diversidade de faseolina no feijão silvestre e cultivado.

Região	Silvestre			Cultivado			
México	S	M*		S	T		
América Central	S	M		S	B		
Norte dos Andes ¹	CH	B	I	S	T	C	B
Sul dos Andes ²	T	C	H	J	T	C	H
Brasil	S	T	So	T	C	H	A

* Indica uma classe heterogênea de faseolina.

¹ Inclui a Colômbia e o Norte do Peru.

² Inclui a Argentina e o Sul do Peru.

Fonte: Gepts et al. (1986); Gepts & Bliss (1986); Gepts et al. (1988).

REFERÊNCIAS

- BROWN, S.W.S.; MA, Y.; BLISS, F.A.; HALL, T.C. Genetic variation in the sub units of globulin-1 storage protein of French bean. **Theor. Appl. Genet.**, **59**:83-6, 1981.
- BRUCHER, H. The wild ancestor of *Phaseolus vulgaris* in South America. In: GEPTS, P. ed. **Genetic resources of Phaseolus beans**. Dordrecht, Kluwer, 1988. p.185-214.
- BURKART, A. & BRUCHER, H. *Phaseolus aboriginus* Burkart, Die mutmassliche andine Stammform der Kulturbohne. **Zuchter**, **23**:65-72, 1953.
- DEBOUCK, D.G. & THOME, S. Implications for bean breeders of studies on the origin of common beans, *Phaseolus vulgaris* L. In: **THE BEAN breeders**. Cali, Workshop at CIAT, 1988.
- DELGADO SALINAS, A.O. **Systematics of the genus Phaseolus (Leguminosae) in North and Central America**. Austin, Univ. of Texas, 1985. Tese Ph.D.
- DELGADO SALINAS, A.; BONET, A.; GEPTS, P. The wild relative of *Phaseolus vulgaris* in middle America. In: GEPTS, P. ed. **Genetic resources in Phaseolus beans**. Dordrecht, Kluwer, 1988. p.163-84.
- GEPTS, P. **Nutritional and evolutionary implications of phaseolin seed protein variability in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Madison, Univ. of Wisconsin, 1984. Tese Ph.D.
- GEPTS, P. & BLISS, F.A. Phaseolin variability among wild and cultivated common beans (*Phaseolus vulgaris*) from Colombia. **Econ. Bot.**, **40**:469-78, 1986.
- GEPTS, P.; OSBORN, T.C.; RASHKA, K.; BLISS, F.A. Phaseolin seed proteins variability in wild Beans and landraces of the common bean *Phaseolus vulgaris*: evidence for multiple centers of domestication. **Econ. Bot.**, **40**:451-568, 1986.
- GEPTS, P.; KMIECIK, K.; PEREIRA, P.A.A.; BLISS, F.A. Dissemination pathways of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae) deduced from phaseolin electrophoretic variability. I. The Américas. **Econ. Bot.**, **42**:73-85, 1988.
- GEPTS, P. Biochemical evidence bearing on the domestication of *Phaseolus* (Fabaceae) beans. **Econ. Bot.**, 1988.
- KAPLAN, L. Archaeological *Phaseolus* from Tehuacan. In: BYERS, D.S. ed. **The prehistory of the Tehuacan Valley**. Vol. 1. **Environment and subsistence**. Austin, Univ. of Texas, 1965. v.1, p.20-212.
- KAPLAN, L. What is the origin of common bean. **Econ. Bot.**, **35**:240-53, 1981.
- MARECHAL, R.; MASCHAPA, S.M.; STAINER, F. Étude taxonomique d'un groupe complexe d'espèces des genres *Phaseolus* et *Vigna* (Papilionaceae) sur la base de données morphologiques et polliniques traitées par l'analyse informatique. **Boissiera**, **28**:1-273, 1978.
- OSBORN, T.C. Genetic control of bean seed protein. **Rev. Pl. Sci.**, **7**:93-173, 1988.
- ROMERO-ANDREAS, J.; YANDELL, B.S.; BLISS, F.A. Bean arcelin. I. Inheritance and its effect on seed composition. **Theor. appl. Genetic**, **72**:123-8, 1986.
- VERDCOURT, B. Studies in the *Leguminosae Papilionaceae* for the flora of Tropical East Africa. IV. **Kew Bull.**, **24**:507-69, 1970.