

CARACTERES FENOLÓGICOS E ONTOGÊNICOS EM FEIJOEIRO SOB DUAS DOSES DE FÓSFORO NO SOLO

Roberto dos Santos Trindade¹, Adelson Paulo Araújo² e Marcelo Grandi Teixeira³

1. UENF/CCTA-LMGV; Av. Alberto Lamego, 2000, Campos, RJ; E-mail: roberto_s_trindade@yahoo.com.br

2. UFRRJ/ Departamento de Solos; BR 465, km 7, Seropédica - RJ; E-mail: ap_araujo@ufrj.br

3. Embrapa Agrobiologia; BR 465, km 7, Seropédica - RJ; E-mail: grandi@cnpab.br

Resumo- A identificação de variação genética no crescimento do feijoeiro em P limitante seria uma estratégia para elevar sua produtividade e otimizar o uso de insumos. Entretanto, limitações na absorção e utilização de P pelo feijoeiro ao longo de sua ontogenia podem levar a modificações na morfologia da raiz e da parte aérea, tornando impreciso o processo de seleção. O objetivo deste trabalho foi estudar a variabilidade de caracteres fenológicos e ontogênicos no crescimento de genótipos de feijoeiro sob duas doses de fósforo no solo.

Palavras-chave: feijão, variabilidade genotípica; fósforo; ontogenia.

Área do Conhecimento: Agronomia

Introdução

O feijão comum é um alimento de grande importância na América Latina, constituindo importante fonte protéica para a camada da população de baixo poder aquisitivo e fonte de renda para pequenos e médios agricultores. O Brasil é o maior consumidor e o 2º maior produtor mundial de feijão (FAO, 2007). A arquitetura da planta de feijoeiro denota uma planta de porte arbustivo, ciclo curto, pequena área foliar se comparada a outras leguminosas, e sistema radicular pouco desenvolvido, não ultrapassando a profundidade de 30 cm de solo. A morfologia do sistema radicular do feijoeiro prejudica a planta na aquisição de fósforo, cuja dinâmica no solo é caracterizada por uma baixa mobilidade em virtude de reações de adsorção e complexação do P com a fração mineral do solo (ARAÚJO & TEIXEIRA, 2000).

Entretanto, a identificação de variação genética no crescimento do feijoeiro em P limitante e a seleção de genótipos superiores seria uma estratégia para elevação produtividade e otimizar o uso de insumos. Entretanto, variações na absorção e utilização de P pelo feijoeiro ao longo de sua ontogenia, decorrentes de modificações na morfologia da raiz e da parte aérea, podem tornar impreciso o processo de seleção (ARAÚJO & TEIXEIRA, 2000). O objetivo deste trabalho foi estudar a variabilidade genética de caracteres fenológicos e ontogênicos no crescimento de genótipos de feijoeiro em dois níveis de fósforo no solo.

Metodologia

O experimento foi conduzido nas instalações da Embrapa Agrobiologia entre abril e julho de 2005. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em fatorial 24x2x2, com 24 genótipos de feijoeiro, duas doses de P aplicado ao solo (20 e 80 mg P kg⁻¹), e duas épocas de coleta (floração e 11 dias após floração), com 4 repetições. Os genótipos avaliados representaram os quatro hábitos de crescimento do feijoeiro (Tabela 1).

O substrato utilizado foi 4 kg de solo do horizonte A de um Argissolo. Cada vaso recebeu 2 g de carbonato de cálcio, e, 8 dias depois, adubação com macro e micronutrientes, e as doses de P de cada tratamento como KH₂PO₄. Posteriormente, o solo de cada vaso foi homogeneizado por revolvimento em sacos plásticos. Foram semeadas quatro sementes por vaso, com posterior desbaste para duas plantas por vaso. Nas sementes foi aplicado 1 ml de inoculante líquido contendo as estirpes CIAT 899 e PRF 81 de *Rhizobium* spp. da coleção da Embrapa Agrobiologia. Os vasos foram mantidos em casa de vegetação até a emergência das plântulas. Logo após a emergência das plântulas, os vasos foram dispostos ao ar livre, sobre telhas em área gramada. Foram aplicados 20 mg N kg⁻¹, na forma de (NH)₄SO₄, 25 dias após emergência.

Nas coletas, a parte aérea de cada planta foi separada em caule, folhas e vagens, e as folhas foram contadas, e determinada à área foliar por medidor fotoelétrico (Li-Cor 3100). Logo após, as folhas, caules e vagens eram secos em estufa a 65° C por 48 horas e pesados, sendo determinadas a massa de parte aérea e a área foliar específica (razão entre área foliar e massa seca de folha). As raízes foram recuperadas por lavagem em peneira de malha de 2,0 mm e

colocadas em frascos com formaldeído 2%. Para a determinação da área e comprimento radicular, foram retiradas amostras de eixos de raízes laterais, que foram cuidadosamente espalhadas com o uso de agulhas em folhas de acetato transparentes com dimensões de 20 x 30 cm. Para cada vaso foram utilizadas 4 folhas de acetato. Logo após, os segmentos radiculares eram cobertos por outra folha de acetato e colocados em scanner de mesa, onde a imagem era digitalizada em 256 tons de cinza, com resolução de 250 dpi. Após digitalização, as subamostras foram retiradas das folhas de acetato, secas em estufa e pesadas em balança com precisão de 4 casas decimais, para determinação de sua massa seca. De acordo com Araújo et al. (2004), para uma estimativa precisa da área e comprimento radicular amostras digitalizadas devem corresponder no mínimo a 14% da massa seca total de raízes laterais, o que foi facilmente

alcançado com o uso das 4 folhas de acetato para digitalização. Nas imagens digitalizadas, a área e o comprimento radicular foram estimados pelo programa SIARCS. Pela relação entre a massa seca da amostra digitalizada e a massa total de raízes, excluindo-se a raiz pivotante e os nódulos, foram estimados à área e o comprimento radicular total de cada planta. O restante do sistema radicular era seco em estufa e pesado para determinação de massa seca.

Na análise de variância, avaliou-se o efeito de época de coleta, dose de P e genótipo, e foi efetuada a decomposição da soma dos quadrados da interação tripla para avaliação do efeito de genótipo dentro de cada dose de P e de cada época de coleta. As diferenças entre os valores máximos, mínimos e as médias de cada caráter foram avaliadas pelo teste F para cada dose de P.

Tabela 1: Nome, hábito de crescimento e dias para floração dos genótipos de feijoeiro estudados

Nome	Hábito de crescimento	Floração (DAE)
Constanza; Goiano Precoce; Irai; Pop 59;;Pop 71	I - determinado	30-32
BAT477; Guapo Brilhante; ICA Pijao, Manteigão PC; Rico 23; Rio Tibagi; Safira; Xodó	II - indeterminado ereto	31-39
Aporé; Capixaba Precoce; Carioca; Flor de Mayo; Jalo EEP 558; Ouro Negro; Puebla 152	III - indeterminado prostado	31-39
G 12896; G 12930; GF 840694; GF 840704	IV - indeterminado trepador	35-38

Resultados e Discussão

O desdobramento da interação tripla entre genótipo, P e época de coleta evidenciou um aumento no valor do quadrado médio na segunda coleta (11 dias pós-floração) na segunda coleta para todos os caracteres avaliados, com exceção da área foliar específica e da razão raiz/parte aérea, demonstrando aumento da divergência genética entre os acessos avaliados com o avanço de sua ontogenia (Tabela 2). Esta maior variabilidade genotípica na segunda coleta indica que estimativas do potencial genético do feijoeiro para crescimento efetuadas antes da floração podem subestimar a variabilidade genotípica e prejudicar a seleção de indivíduos superiores, sobretudo para produção de biomassa aérea e raízes, caracteres que tem alta correlação com a produtividade (YAN et al., 1995). Em adição a este fato, os valores de quadrado médio para o desdobramento de genótipo dentro da dose mais baixa de P evidenciam uma aproximação dos valores observados em alto fósforo na primeira coleta (Tabela 2). Este fato pode indicar um crescimento mais lento do sistema radicular do feijoeiro em baixo P, mas que continuaria ocorrendo, ainda que de forma menos acentuada, após a floração, o que é confirmado pelas médias

de massa radicular e da razão raiz/parte aérea (Tabela 2). Contudo, os baixos níveis de fósforo poderiam levar a uma diminuição da biomassa radicular da planta limitando a expressão de seu potencial genético. Desta forma, a seleção de genótipos eficientes no crescimento sob suprimento limitado de P deve ocorrer em estágios posteriores à floração, onde seria mais ampla a variabilidade genotípica.

As médias dos valores encontrados para os dados de parte aérea e do sistema radicular no tratamento com alto P denotam um aumento na emissão de folhas e retenção das mesmas para elevar a fotossíntese quando o suprimento de fósforo é adequado, o que ocasiona maior produção de fotoassimilados e desenvolvimento de maior biomassa radicular, com um maior investimento de biomassa em raízes laterais (Tabela 2), uma vez que frações mais finas do sistema radicular são mais eficientes na aquisição de P, uma vez que as mesmas apresentam maior área e comprimento (ARAÚJO & TEIXEIRA, 2000). Tais estratégias favoreceriam o enchimento de vagens e a produção de grãos (PORTES, 1988).

As médias da relação raiz/ parte aérea foram maiores nos tratamentos com baixo P, em ambas as épocas de coleta, demonstrando que embora a massa radicular seja maior sob alto teor

de P no solo, em termos proporcionais, o acúmulo de biomassa é maior no sistema radicular do que na parte aérea em condições de P limitante. Esta alocação preferencial de carbono em raízes representa uma estratégia dos genótipos de feijoeiro avaliados para elevar a eficiência da cultura na aquisição de fósforo, através do aumento do volume de solo explorado por unidade de carbono alocado nas raízes (YAN et al, 1995). O aumento de massa radicular pós-floração (tabela 2) demonstra que, mesmo havendo um dreno preferencial de carbono para os órgãos reprodutivos, é possível um desenvolvimento do sistema radicular, embora menos acentuado que nos estádios iniciais de crescimento.

Conclusões

A variabilidade genotípica em feijoeiro foi maior após a floração e sob maior disponibilidade de P no solo. A seleção de genótipos em estádios anteriores à floração pode levar a subestimativas de seu potencial genético em suprimento limitado de P. Foi observada uma maior razão raiz/ parte aérea sob baixa disponibilidade de P no solo, o que denota uma estratégia para aumentar a aquisição de fósforo em plantas de feijoeiro em condições de P limitante. Ocorreu um aumento de biomassa radicular em estádios posteriores à floração, embora menor do que o observado em estádios iniciais de crescimento.

Referências

- ARAÚJO, A.P. & TEIXEIRA, M.G. Ontogenetic variations on absorption and utilization of phosphorus in common bean cultivars under biological nitrogen fixation. **Plant Soil**, n. 225, p. 1-10, 2000.
- ARAÚJO, A.P.; FERNANDES, A.M.; KUBOTA, F.Y.; BRASIL, F.C.; TEIXEIRA, M.G. Sample size for measurement of root traits on common bean by image analysis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39(4), p.313-318, 2004.
- FAO (2007) FAO/ World Foods. 2007. Tabla de producion mundial de alimentos. Disponível em <http://www.faostat.fao/faostat/collection.subset=agriculture>. Acesso em 19 de Dez. de 2007.
- YAN, X.; LYNCH, J.P.; BEEBE, S.E. Genetic variation for phosphorus efficiency of common bean in contrasting soil types. I: Vegetative response. **Crop Science**, Madison, n. 35: p. 1086-1093, 1995.
- PORTES, T.A. Ecofisiologia. IN: ZIMMERMANN, M.J.O; ROCHA, M.; YAMADA, T. (EDS.). **Cultura do feijoeiro: Fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988, p.21-35.

Tabela 1: Valores de quadrado médio obtidos por análise de variância e valores máximos, mínimos e médias dos caracteres de parte aérea e do sistema radicular de 24 genótipos de feijoeiro, sob duas doses de P no solo (P1 e P2 respectivamente 20 e 80 mg P kg⁻¹), em duas épocas de coleta (C1 e C2, respectivamente floração e 11 dias após floração), com a decomposição da soma dos quadrados de genótipo(G) dentro dos níveis de P e de cada coleta.

Fonte de variação	GL	Número de folhas	Área foliar	Área foliar específica	Massa de parte aérea	Área Radicular	Comprimento Radicular	Massa radicular	Razão raiz/ parte aérea				
Repetição	3	3,9	7376	99,4	1,01	9151**	5823**	145052*	15957				
Coleta	1	734,3**	502717**	40693**	275,20**	133430***	117352***	8567553***	1080671***				
P	1	2132,9**	587716**	12731**	426,81**	64776***	65336***	13491002***	1169644***				
Genótipo	23	162,3**	45255**	16166**	4,19**	8604***	5896***	574727***	58798***				
Col x P	1	0,0	33900**	82	34,90**	0	54	71450	45697				
Col x Gen		7,5**	14989**	2567***	0,66***	7212***	4996***	229317***	34374***				
P x Gen	23	27,5**	14542**	534	1,54**	3248*	2253**	117288***	11378*				
Col x P x Gen	23	4,2	6605	338	0,42	2142	1809*	65721*	23123***				
Gen /C1P1	23	11,7**	6008	6769**	0,43	3121*	2271**	117911***	48224***				
Gen /C1P2	23	77,4**	17728**	6419**	2,60**	3040*	2209**	161078***	43794***				
Gen /C2P1	23	31,3**	15584**	2899**	0,68**	7428***	4830***	300387***	25256***				
Gen /C2P2	23	81,2**	42072**	3519**	3,11**	7617***	5644***	407736***	10400				
Erro	288	3,4	4955	376	0,34	1819	1147	40641	6609				
CV (%)		16,87	19,37	9,66	18,37	28,34	25,42	18,69	21,11				
		1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta					
		20 mg kg ⁻¹	80 mg kg ⁻¹	20 mg kg ⁻¹	80 mg kg ⁻¹	20 mg kg ⁻¹	80 mg kg ⁻¹	20 mg kg ⁻¹	80 mg kg ⁻¹				
		Número de folhas (planta ⁻¹)				Área foliar (cm ² planta ⁻¹)				Área foliar específica (cm ² g ⁻¹)			
Máximo	11,8	24,1*	13,9	27,9*	301	544*	391	722*	300	335*	222	237	
Mínimo	4,9	6,1	5,5	8,4*	146	358*	182	397*	154	166	155	146	
Média	7,1	11,9*	9,9	14,6*	213	442*	267	533*	206	216*	184	197*	
		Massa de parte aérea(g)				Área radicular (cm ²)				Comprimento radicular (cm)			
Máximo	1,02	1,40*	1,95	3,71*	41,79	52,64	61,76	58,58	931,75	1267,78*	1270,55	1294,13	
Mínimo	2,35	4,45	3,40	6,85	12,33	20,09	16,01	18,74	507,29	506,25	325,12	611,01*	
Média	1,57	3,08*	2,66	5,37*	26,85	34,82*	35,27	35,84	739,51	788,25*	835,57	874,39*	
		Massa radicular (mg planta ⁻¹)				Razão raiz/parte aérea (mg.g ⁻¹)							
		1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta					
		20 mg kg ⁻¹	80 mg kg ⁻¹	20 mg kg ⁻¹	80 mg kg ⁻¹	20 mg kg ⁻¹	80 mg kg ⁻¹	20 mg kg ⁻¹	80 mg kg ⁻¹				
Máximo	1054	1425*	1408	2138*	587	682	504	360					
Mínimo	471	684	611	900	235	224	258	207					
Média	728	1130*	1054	1402*	482	394*	398	266*					

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F