

## AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA E NUTRICIONAL DE GRÃOS DE FEIJOEIRO CULTIVADOS EM ENSAIOS DE VALOR DE CULTIVO E USO

DÉBORA E. P. PARÉ<sup>1</sup>; MARÍLIA P. PEDROSO<sup>2</sup>; CÁSSIA R. LIMONTA CARVALHO<sup>3</sup>; ALISSON F. CHIORATO<sup>4</sup>; ELIANA F. PERINA<sup>5</sup>; FRANCINE L. FARIA<sup>6</sup>; DENIS PIAZZOLI<sup>7</sup>; SÉRGIO A. M. CARBONELL<sup>8</sup>.

Nº 0700005

**Resumo** - O melhoramento do feijoeiro no Instituto Agronômico é uma atividade multidisciplinar envolvendo diversas áreas do conhecimento. Destas, é de interesse o conhecimento das características tecnológicas e nutricionais visando associá-lo às produtividades e estabilidades de produção dos grãos em diversos ambientes. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade tecnológica e nutricional de linhagens e cultivares de feijoeiro semeados em diferentes ambientes do Estado de São Paulo. Deste modo, foram avaliados 19 genótipos de feijão, tipo carioca e preto, participantes de ensaios regionais de Valor de Cultivo e Uso do estado em nove ambientes. Os grãos foram avaliados quanto aos teores de umidade, proteína bruta, sólidos solúveis totais no caldo e o tempo de cozimento. Determinou-se também nos grãos testemunhas as frações de fibra alimentar: fibra solúvel, fibra insolúvel e fibra total. De acordo com os resultados, observou-se que houve uma separação nítida e significativa dos genótipos de feijão em relação ao local de cultivo, demonstrando a influência ambiental sobre a qualidade tecnológica e nutricional dos grãos. De forma geral, o tempo de cozimento foi inversamente proporcional aos sólidos totais no caldo e ao conteúdo de proteína. Aqueles genótipos que tiveram maior tempo de cozimento apresentaram sementes mais secas (menores teores de umidade) e menores teores de sólidos totais no caldo. Os valores de fibra insolúvel estão associados ao tempo de cozimento.

**Abstract** - The bean breeding program of the Agronomic Institute is a multidisciplinary activity involving several areas of knowledge. These areas integrates the understanding of the technological and nutritional characteristics aiming to associate to productivities and production stabilities of the grains in diverse environments. In this context, this work aimed to evaluate the technological and nutritional quality of lines and cultivars of beans seeded in different environments in the State of São Paulo. To do so, 19 genotypes of beans, types carioca and black, were evaluated. These genotypes have participated of the regional assays

---

1. Bolsista CNPq: Graduação em Química Tecnológica, PUCCAMP, Campinas-SP, dpare@dalete.com.br.

2. Bolsista CNPq: Graduação em Ciências Biológicas. PUCCAMP, Campinas-SP.

3. Co-orientadora: Pesquisadora Científica, Centro de Recursos Genéticos Vegetais, Instituto Agronômico, Campinas-SP, climonta@iac.sp.gov.br.

4. Colaborador: Pesquisador Científico, Centro de Grãos e Fibras, Instituto Agronômico, Campinas-SP.

5. Colaboradora: Pós-Graduação em Genética, Melhoramento e Biotecnologia Vegetal, Campinas-SP.

6. Colaboradora: Pós-Graduação em Genética, Melhoramento e Biotecnologia Vegetal, Campinas-SP.

7. Colaborador: Graduação em Engenharia Agrônoma, UDESC, Lages – SC.

8. Orientador: Pesquisador Científico, Centro de Análises e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio dos Grãos e Fibras, Instituto Agronômico, Campinas-SP, carbonel@iac.sp.gov.br.

(Culture and Use Values) of state in nine environments. Humidity teor, crude protein, total soluble solids and cooking time were evaluated in these different grains. In the control ones, the alimentary fiber fractions – soluble fiber, insoluble fiber and total fiber – were also determined. According to the results, it was possible to observe a clear and significative separation of the beans genotypes in relation to the culture location, showing an environmetal influnce on the technological and nutritional quality of the grains. In general, cooking time was inversaly proportional to total solids in the broth and protein content. The genotypes which presented higher cooking time have also presented drier seeds and lower total solid content in the broth. The values of insoluble fibers are associated to cooking time.

## **Introdução**

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é a principal fonte de proteína utilizada pela população brasileira, com um consumo *per capita* de aproximadamente 16,3 Kg.ano<sup>-1</sup>.hab<sup>-1</sup>. Além da sua importância na dieta, é um dos principais produtos agrícolas de valor econômico-social, em razão de ser cultivado em grandes áreas, empregando intensa mão-de-obra durante o ciclo da cultura. O Estado de São Paulo encontra-se entre os maiores produtores brasileiros e, semelhante à safra nacional e segundo o zoneamento agrícola da cultura para o estado, apresenta regiões onde são obtidas até três colheitas anuais: feijoeiro das águas (1<sup>a</sup> safra), feijoeiro da seca (2<sup>a</sup> safra) e o feijoeiro de inverno (3<sup>a</sup> safra).

O melhoramento do feijoeiro no Instituto Agronômico é uma atividade multidisciplinar envolvendo diversas áreas do conhecimento. Destas, integra o conhecimento das características tecnológicas e nutricionais (tempo de cozimento, porcentagem de grãos inteiros após cozimento, sólidos solúveis totais do caldo, teor de proteína bruta, de fibra alimentar e outras), sendo de interesse associá-lo às produtividades e estabilidades de produção dos grãos em diversos ambientes .

As condições do grão, no momento da colheita (seca ou chuva), interferem na qualidade fisiológica dos grãos com modificações nas características químicas do tegumento. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade tecnológica e nutricional de linhagens e cultivares de feijoeiro semeados em diferentes ambientes do Estado de São Paulo, exigências do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para registro de novos cultivares no Sistema de Produção de Sementes.

## **Material e métodos**

Neste trabalho foram avaliados 19 genótipos de feijão, tipo carioca e preto, participantes dos ensaios regionais de VCU (Valor de Cultivo e Uso) do Estado de São Paulo, sendo dois deles

testemunhas/carioca (IAC-Carioca Tybatã e Pérola), duas testemunhas/preto (IAC-Una e FT-Nobre) e 15 linhagens (Carioca: Gen 96A98-15-3-52-1, Gen 96A45-3-51-52-1, Gen 96A98-13-1-52-1, LP 01-38, LP 9979, BRS-Pontal, BRS-Requinte, CV-48, Z-28; Preto: Gen 96A98-5-1-1-55, Gen 96A3-P1-1-1, LP 98-122, LP 02-130, BRS-Triunfo, BRS-Grafite). Os grãos foram avaliados quanto aos teores de umidade (UM), proteína bruta (PROT), sólidos solúveis totais no caldo (STC) e o tempo de cozimento (TCOZ). Determinou-se também nos grãos testemunhas as frações de fibra alimentar: fibra solúvel (FS), fibra insolúvel (FI) e fibra total (FT). As avaliações analíticas foram realizadas em duplicata e efetuadas em sementes com até 60 dias depois de colhidas. Os ensaios regionais foram implantados na época das águas de 2005, em Mococa (MO), Monte Alegre do Sul (MA) e Espírito Santo do Pinhal (PI); na época da seca de 2006, em Mococa (MO), Avaré (AV) e Capão Bonito (CB) e, no inverno de 2006, em Colina (CO), Fernandópolis (FE) e Ribeirão Preto (RP). O delineamento experimental, em campo, foi o de blocos ao acaso com três repetições. Cada parcela constituiu-se de quatro linhas de 4 m de comprimento, espaçadas de 0,50m entre si e a área útil para avaliação do rendimento, correspondeu as duas linhas centrais.

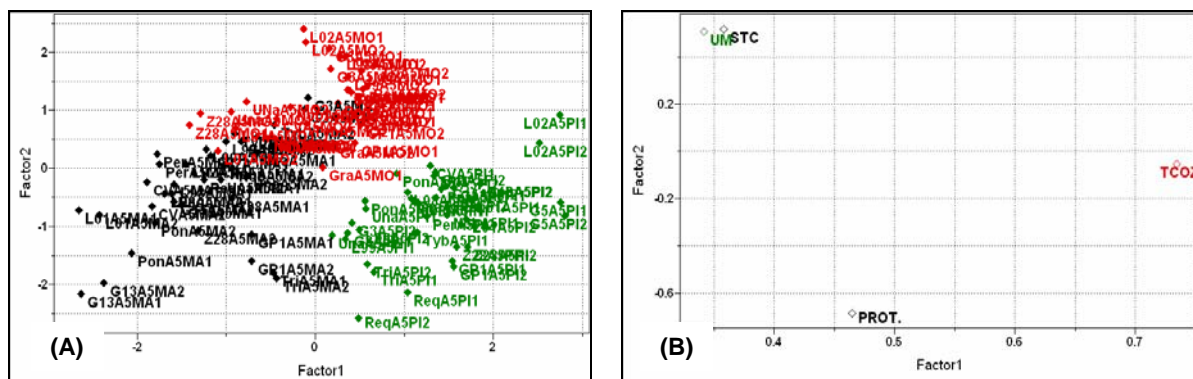
Os teores de umidade nos grãos foram quantificados segundo método descrito pela AOAC (CUNNIF, 1998), enquanto que as análises de proteína bruta foram realizadas utilizando-se o método microKjeldhal, descrito em BATAGLIA *et al.* (1983), convertendo-se o teor de nitrogênio para proteína total (%N x 6,25). Padronizou-se método analítico para se determinar os sólidos solúveis totais no caldo (STC) dos feijoeiros, baseando-se em metodologia descrita por SARTORI (1982). O tempo de cozimento dos grãos foi avaliado em Cozedor de Mattson seguindo metodologia adaptada por PROCTOR E WATTS (1987). Já para quantificar os teores de fibra total, solúvel e insolúvel aplicou-se método enzimático proposto por LEE *et al.* (1992). Empregou-se a técnica de Análise de Componentes Principais (ACP), usando software Pirouette 3.11 (Infometrix, 1990 -2003), para avaliar de forma simultânea as determinações químicas executadas no trabalho.

## **Resultados e Discussão**

De acordo com as Figuras 1A, 2A e 3A observa-se que houve uma separação nítida e significativa dos genótipos de feijão em relação ao local de cultivo, nas 3 épocas avaliadas, demonstrando a influência ambiental sobre a qualidade tecnológica e nutricional dos grãos.

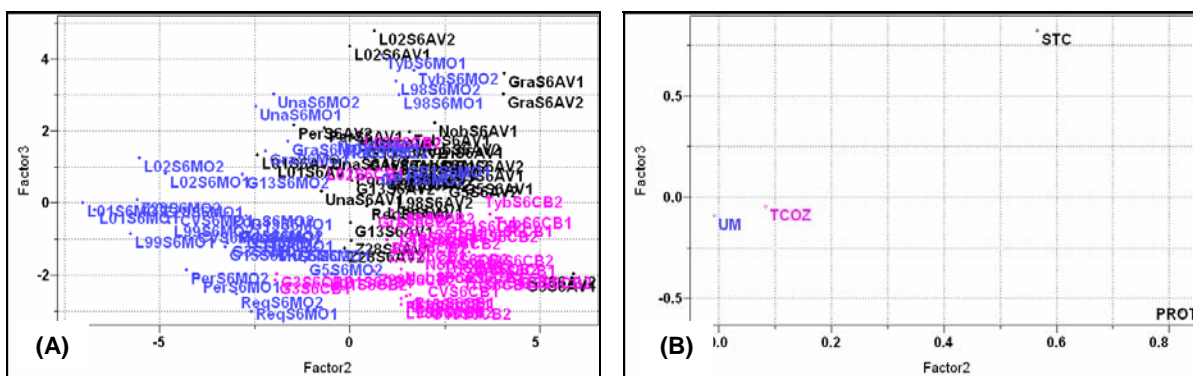
As Figuras 1A e 1B referem-se aos genótipos cultivados na época das águas/2005. Para analisarmos simultaneamente os dados gerados, através das figuras aqui apresentadas, devemos dividir os gráficos A e B em duas partes iguais, na horizontal ou vertical, ou em quadrantes e, em seguida, imagina-los sobrepostos. Assim, nas Figuras 1A e 1B, observa-se que as amostras de PI (em verde) apresentaram maiores tempos de cozimento e de proteína

do que os demais genótipos cultivados nas outras regiões (médias gerais para Tcoz: PI = 36,5 min, MO = 30,1 min e MA = 21,4 min; médias gerais para proteína: PI = 23,0%, MA = 18,89% e MO = 16,73%), enquanto que os genótipos da localidade de MO (vermelho) obtiveram maior quantidade de sólidos totais no caldo (médias gerais: MO = 10,3%; PI = 9,5% e MA = 8,8%).



**FIGURA 1.** Ensaio Águas/2005. (A): gráfico de escores – distribuição gráfica dos genótipos de feijoeiro após tratamento matemático por ACP das determinações químicas analisadas, em Monte Alegre do Sul (preto), Mococa (vermelho) e Espírito Santo do Pinhal (verde); (B): gráfico de pesos – influência dos componentes avaliados (proteína, umidade, sólidos solúveis totais no caldo e tempo cozimento) sobre os genótipos avaliados. Pré-processamento das variáveis: dados autoescalados.

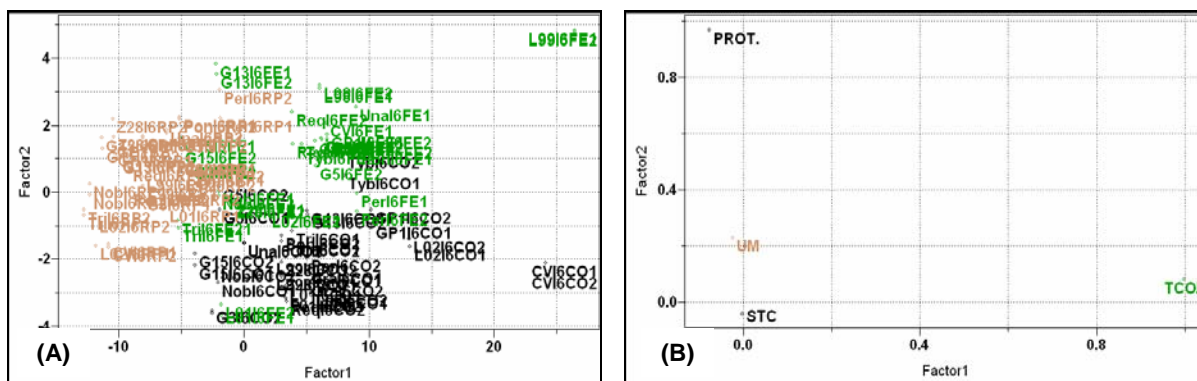
Nas Figuras 2A e 2B, época da Seca/2006, podemos perceber que os genótipos da localidade de MO (azul) apresentaram maiores tempos de cozimento do que os demais genótipos (médias gerais: MO = 31,4 min; CB = 29,7 min e AV = 25,2 min). A localidade de CB (rosa) proporcionou um teor de proteína maior do que o dos outros locais e um valor mediano de tempo de cozimento (médias gerais: CB = 22,9%; AV = 21,4 %; MO = 18,6%). Observa-se que os genótipos da localidade de AV (em preto) obtiveram maior média entre as amostras quanto aos teores de STC (médias gerais: AV = 12,6%; CB = 10,9% e MO = 9,8%).



**FIGURA 2.** Ensaio Seca/2006. (A): gráfico de escores – distribuição gráfica dos genótipos de feijoeiro após tratamento matemático, em Mococa (azul), Avaré (preto) e Capão Bonito (rosa); (B): gráfico de pesos – influência dos componentes avaliados sobre os genótipos analisados. Pré-processamento das variáveis: dados centrados na média.

Avaliando as Figuras 3A e 3B da época de Inverno/2006, nota-se que os genótipos com os melhores desempenhos foram os da localidade de RP (marrom), tanto em relação ao tempo

de cozimento (médias gerais: RP = 23,1 min; FE = 35,2 min e CO = 35,6 min) como para proteína (RP = 21,1%; FE = 20,4% e CO = 17,7%). Já para os teores de STC, os valores de todos os genótipos foram bem próximos (médias gerais: CO = 11,2%; RP = 11,1% e FE = 11,1%).



**FIGURA 3.** Ensaio Inverno/2006. (A): gráfico de escores – distribuição gráfica dos genótipos em Ribeirão Preto (marrom), Fernandópolis (verde) e Colina (preto); (B): gráfico de pesos – influência dos componentes avaliados. Pré-processamento das variáveis: dados centrados na média.

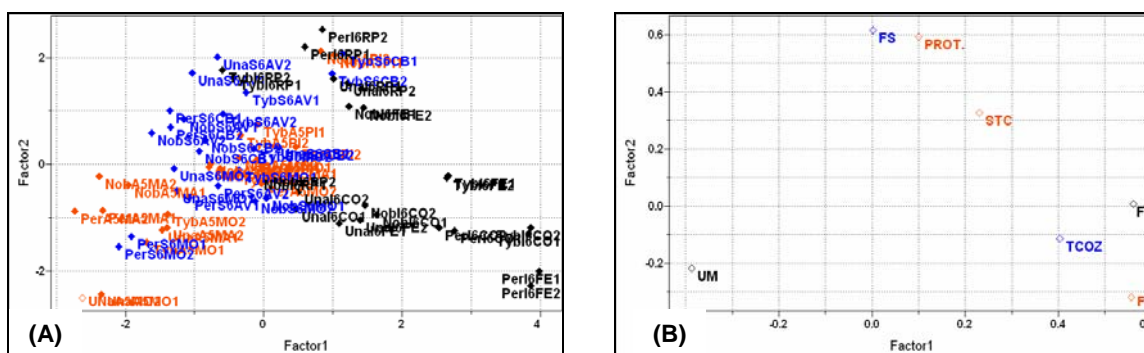
As linhagens IAC/carioca Gen 96A98-15-3-52-1 e Gen 96A98-13-1-52-1 e BRS-Requinte (EMBRAPA/carioca) demonstraram valores semelhantes ou superiores às suas testemunhas em termos do conteúdo de proteína (Linhagens: 18,1 a 24,7%; testemunhas: 16,6 a 23,0%) e do tempo de cozimento nas épocas das águas/2005 e seca/2006 (Linhagens: 16,1 a 38,0 min; testemunhas: 16,3 a 39,1 min). A época de inverno provocou alta variação nos resultados (Figura 3A). Do grupo preto, as linhagens IAC Gen 96A98-5-1-1-55, Gen 96A3-P1-1-1 também apresentaram valores superiores às testemunhas, em todas as épocas, em relação à proteína (Linhagens: 18,4 a 25,8%; testemunhas: 15,26 a 23,5%) e semelhantes em termos de tempo de cozimento (Linhagens: 21,0 a 41,4 min; testemunhas: 19,2 a 40,4 min).

As Figuras 4A e 4B referem à avaliação estatística dos genótipos testemunhas nos vários locais e épocas de cultivo, estando incluso na avaliação os teores de fibra solúvel, insolúvel e total. Nota-se que os genótipos da época de inverno/2006, exceto os de RP, expressaram em média elevados teores de FI (35,7%) e FT (46,0%, média dos 2 locais), influenciando, portanto, no tempo de cozimento dos grãos, ao passo que, os genótipos cultivados na safra das águas/2005 apresentaram menores tempos de cozimento e conteúdos de FI (26,8%) e FT (38,5%, média dos 3 locais).

## Conclusão

De forma geral, o tempo de cozimento foi inversamente proporcional aos sólidos totais no caldo e ao conteúdo de proteína. Aqueles genótipos que tiveram maior tempo de cozimento

apresentaram sementes mais secas (menores teores de umidade) e menores teores de sólidos totais no caldo. Os valores de fibra insolúvel estão associados ao tempo de cozimento. Embora as épocas de plantio influenciaram na qualidade tecnológica e nutricional dos feijoeiros, as linhagens em seleção do IAC, tanto as do grupo carioca como as do preto, demonstraram índices qualitativos e quantitativos semelhantes ou superiores às suas testemunhas.



**FIGURA 4.** Avaliação dos genótipos testemunhas com inclusão dos teores de FT, FI e FS (A): gráfico de escores – distribuição gráfica dos genótipos testemunhas cultivados nas três safras - Águas/2005 (laranja), Seca/2006 (azul) e Inverno/2006 (preto); (B): gráfico de pesos – influência dos componentes avaliados (proteína, umidade, sólidos totais no caldo, fibra total, solúvel e insolúvel e tempo de cozimento) sobre a distribuição gráfica dos genótipos em (A). Pré-processamento das variáveis: dados autoescalados.

## Referências bibliográficas

- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. Métodos de análises químicas de plantas. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo*, Campinas, nº 78, p.11-13, 1983.
- CUNNIF, P. (ed). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. AOAC, 16 ed., Arlington, Virginia, 1998.
- LEE, S.C.; PROSKY, L.; DE VRIES, J.W. Determination of Total, Soluble, and Insoluble Dietary Fiber in Foods – Enzymatic – Gravimetric method, MES-TRIS Buffer: Collaborative Study. *J. AOAC International*, v. 75, n. 3, p. 395-416, 1992.
- PROCTOR, J.R.; WATTS, B.M. Development of a modified Mattson bean cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, Apple Hill, v. 20, n. 1, p. 9-14, 1987.
- SARTORI, M. R. Technological quality of dry beans (*Phaseolus vulgaris*) stored under nitrogen. Ph D. Dissertation. Department of Grain Science and Industry, Kansas State University. Manhattan, Kansas, USA, 1982.