

CAPACIDADE DE COCÇÃO DE GRÃOS DE FEIJÃO EM FUNÇÃO DO GENÓTIPO E DA TEMPERATURA DA ÁGUA DE HIDRATAÇÃO

Cooking capacity of dry bean grains according to genotype and temperature of hydration water

Cileide Maria Medeiros Coelho¹, Clovis Arruda Souza², Anderson Luiz Durante Danelli³, Tamara Pereira⁴, Julio Cesar Pires Santos⁵, Denis Piazzoli⁶

RESUMO

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar o efeito da temperatura da água de embebição sobre a capacidade de hidratação/cocção, e se a hidratação pode ser um indicativo do menor tempo de cocção em grãos de feijão. Foram utilizadas 5 cultivares de feijão: Rubi, Uirapuru, Pérola, Valente e Campeiro, produzidas em lavouras comerciais em Lages SC, no ano agrícola 2005/2006. Os grãos recém-colhidos foram padronizados para 12% de umidade e analisados quanto ao tempo de hidratação, capacidade de hidratação e tempo de cocção. O aumento da temperatura da água de embebição proporcionou aumento na capacidade de hidratação diferentemente para as cultivares com temperatura superior a 25°C, Pérola demorou em torno de 8 horas para atingir a máxima hidratação, enquanto que Rubi, nessa mesma condição, não atingiu a máxima hidratação. A análise de correlação mostrou que apenas para as cultivares Campeiro e Rubi a rápida absorção de água pelos grãos é um indicativo de maior rapidez na cocção, mas uma correlação negativa foi observada para Uirapuru. Com base nos genótipos avaliados, é improvável fazer uma padronização única das condições prévias ao cozimento que valha para todas as cultivares, ou seja, há a necessidade de uma caracterização mais detalhada e específica para cada genótipo em estudo.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris*, qualidades culinárias, tempo de hidratação.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of temperature of the soaking water in the capacity of hydration and time of cooking in which way it may be an indicative of lower cooking time for common bean grains. Five cultivars were used: Rubi, Uirapuru, Pérola, Valente, and Campeiro, produced in commercial farmings in Lages SC, in the season of 2005/2006. The fresh grains were previously standardized for 12% of humidity and analyzed to hydration time, hydration capacity and cooking time. The increase of temperature in the soaking water provided an increase in the hydration capacity differently to each cultivar, with temperature higher than 25°C. Pérola took around 8 hours to reach the maximum hydration, while Rubi, in this same condition, did not reach the maximum hydration. The correlation analysis showed that only for cultivars Campeiro and Rubi the fast water absorption by the grains is an indicative of higher cooking capacity, but a negative correlation was observed for Uirapuru. Based on the evaluated genotypes, it is improbable to make only one standardization of the previous conditions for the cooking that is valid to all cultivars, that is, a detailed and specific characterization is necessary to each genotype in study.

Index terms: *Phaseolus vulgaris*, cooking quality, hydration time.

(Recebido em 5 de março de 2007 e aprovado em 26 de março de 2008)

INTRODUÇÃO

O feijão é uma importante fonte de nutrientes na dieta alimentar do brasileiro (SGARBIERI & WHITAKER, 1982). Apesar da significativa composição nutritiva, o consumo de feijão tem diminuído, devido ao limitado tempo

para o preparo das refeições. Dessa forma, fica evidente a importância de obter-se novas cultivares que apresentem menor tempo de cocção (CARBONELL et al., 2003).

A metodologia usada para determinar o tempo de cocção considera que os grãos devem estar completamente hidratados, e consiste no uso do cozedor

¹Engenheira Agrônoma, PhD em Genética e Bioquímica de Plantas, Professora – Departamento de Agronomia/DEAGRO – Universidade do Estado de Santa Catarina/UEDESC – Avenida Luiz de Camões, 2090 – Cx. P. 281 – 88502-970 – Lages, SC – a2cmm@cav.udesc.br

²Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciências, Professor – Departamento de Agronomia/DEAGRO – Universidade do Estado de Santa Catarina/UEDESC – Avenida Luiz de Camões, 2090 – Cx. P. 281 – 88502-970 – Lages, SC – souza_clovis@cav.udesc.br

³Graduando em Agronomia – Departamento de Agronomia/DEAGRO – Universidade do Estado de Santa Catarina/UEDESC – Avenida Luiz de Camões, 2090 – Cx. P. 281 – 88502-970 – Lages, SC – andersondanelli@hotmail.com

⁴Engenheira Agrônoma, Mestre em Produção Vegetal – Departamento de Agronomia/DEAGRO – Universidade do Estado de Santa Catarina/UEDESC – Avenida Luiz de Camões, 2090 – Cx. P. 281 – 88502-970 – Lages, SC – tamara_udesc@yahoo.com.br

⁵Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Professo – Departamento de Solos – Universidade do Estado de Santa Catarina/UEDESC – Avenida Luiz de Camões, 2090 – Cx. P. 281 – 88502-970 – Lages, SC – a2jcps@cav.udesc.br

⁶Engenheiro Agrônomo – Departamento de Agronomia/DEAGRO – Universidade do Estado de Santa Catarina/UEDESC – Avenida Luiz de Camões, 2090 – Cx. P. 281 – 88502-970 – Lages, SC – a6dp@cav.udesc.br

de Mattson (MATTSON, 1946), que é muito simples e rápido de ser utilizado, mas, dependendo do número de amostras, pode se tornar uma metodologia demorada e trabalhosa. Além disso, observa-se na literatura uma falta de padronização nas condições prévias do uso do cozedor, bem como a proporção de grãos/água na etapa de embebição e o tempo adequado de embebição dos grãos. A proporção de grãos/água varia entre 10 a 30% de grãos em relação à água de embebição, com um tempo de embebição de 2 até 18 horas (CARBONELL et al., 2003; PLHAK et al., 1989; RAMOS JUNIOR et al., 2005; RODRIGUES et al., 2005).

Considerando que a metodologia padrão para determinar o tempo de cocção pode se tornar trabalhosa, com o grande número de linhagens geradas nos programas de melhoramento, é muito importante encontrar alternativas metodológicas para selecionar precocemente genótipos promissores para menor tempo de cocção. O uso da capacidade de hidratação dos grãos, com base no fator “menor tempo” para o grão atingir a sua máxima hidratação, pode ser um parâmetro, desde que a maior capacidade de hidratação seja um indicativo do menor tempo de cocção. Essa relação direta é encontrada por alguns autores (IBARRA-PERÉZ et al., 1996; RODRIGUES et al., 2005), mas não é regra, pois, nem sempre a maior capacidade dos grãos hidratarem indica menor tempo de cocção (CARBONELL et al., 2003; DALLA-CORTE et al., 2003).

As divergências encontradas na literatura, sobre a relação entre hidratação e cocção, podem ocorrer por falta de padronização no uso de temperaturas de hidratação ou do ambiente em que o grão foi hidratado e cozido. Considerando que o Brasil é um país com variações de temperatura e umidade relativa do ar, a variação de altitude causa alteração na temperatura e pressão atmosférica, podendo afetar a cocção. Por exemplo, na Guatemala, foi constatado que o aumento da altitude de 0(zero) para 2256m refletiu em um incremento de 3h6min no tempo de cocção (BRESSANI & CHON, 1996).

Outro fator a ser considerado é a umidade inicial dos grãos, se eles estiverem com alto grau de umidade, a velocidade de hidratação vai ser maior devido ao baixo potencial matricial da semente (MARCOS FILHO, 2005), além disso, a elevação da temperatura (20 à 60°C) acelera esse processo e promove maior porcentual de hidratação (ABU-GHANNAM, 1998).

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar o efeito da temperatura da água de embebição sobre a capacidade de hidratação/cocção, e se a hidratação pode ser um indicativo do menor tempo de cocção em grãos de feijão.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas cinco cultivares de feijão: Rubi (Rubi-CB, IAPAR), Uirapuru (IPR-88, IAPAR), Pérola (EMBRAPA), Valente (BRS-Valente, EMBRAPA) e Campeiro (BRS-Campeiro, EMBRAPA), produzidas em lavouras comerciais em Lages SC, no ano agrícola 2005/2006. Os grãos recém-colhidos foram previamente padronizados para 12% de umidade e armazenados em geladeira ($\pm 5^{\circ}\text{C}$) por aproximadamente 30 dias, em sacos plásticos, hermeticamente fechados, para evitar o envelhecimento acelerado (COELHO et al., 2007), até serem analisados quanto ao tempo de hidratação, porcentual de hidratação e tempo de cocção.

O tempo de hidratação foi determinado com a pesagem de ± 8 g de grãos (em torno de 32 a 35 grãos) que foram imersos em 50 mL de água ultra pura (MilliQ), na proporção de 1:6,25 respectivamente. A hidratação foi realizada sob temperatura controlada a 5; 15; 25 e 35°C, em banho-maria. Em intervalos de 1 hora, os grãos foram pesados, e considerando-se grãos completamente hidratados quando a massa deles estabilizou, num intervalo de três medidas consecutivas. O valor de absorção de água nos grãos foi expresso em porcentagem de água absorvida e calculada como gramas de água absorvida por 100 g de grãos pela seguinte fórmula: massa do grão hidratado – massa do grão seco/massa do grão seco x 100 (BERRIOS et al., 1999).

Os mesmos grãos, previamente hidratados, foram submetidos ao teste de cozimento, com o uso do cozedor de Mattson (MATTSON, 1946), composto de 25 hastes verticais, cada uma com ponta de 1 mm de diâmetro e peso padrão de 90 gramas, que permaneceram apoiadas nos grãos de feijão, sob água destilada fervente, para o cozimento. O tempo de cozimento foi considerado quando 13 unidades de hastes perfuraram os grãos. Tanto os testes de hidratação, quanto os de cocção foram repetidos por três vezes.

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o teste F, a nível de 5% de probabilidade de erro, para constatar efeito dos tratamentos ou interação entre os mesmos, com posterior teste de regressão (ROSSE & VENCOSKY, 2000) e análise de correlação de Pearson, entre as variáveis (STEEL & TORRIE, 1960).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou interação significativa. Ocorreram respostas diferenciadas das cultivares de feijão, em função da temperatura da água de embebição, para as variáveis analisadas. Os coeficientes

de variação (CV) obtidos para as variáveis consideradas no teste foram baixos: 2,81 para capacidade de hidratação, 2,83 para tempo de cocção e 1,21 para tempo de hidratação, conferindo boa precisão nas estimativas desse ensaio.

A capacidade de hidratação aumentou significativamente com o aumento da temperatura da água de embebição, para os grãos da cultivar Pérola e Rubi (Figura 1), mas com Uirapuru observou-se uma tendência de decréscimo na hidratação com o aumento da temperatura da água de embebição apenas até 25°C (Figura 1). O que concorda, em parte, com a literatura, no que se refere ao aumento da temperatura, superior a 20°C, promover um aumento da hidratação (ABU-GHANNAM, 1998).

O diferencial dos resultados obtidos neste trabalho, em relação à literatura, foi que o genótipo respondeu diferentemente às temperaturas de hidratação. Por exemplo, a cultivar Pérola atingiu a máxima hidratação (100%) com a temperatura superior a 15°C (Figura 1). No entanto, a cultivar Rubi, mesmo com a temperatura de 35°C, não atingiu a máxima hidratação ($\pm 90\%$) (Figura 1). Uma variação de 85 a 99% foi encontrada por outros autores, sob temperatura de 25°C, para a hidratação das cultivares Carioca Precoce e Pérola, respectivamente (RAMOS JUNIOR et al., 2005). Uma ampla variação (15 a 115%) entre cultivares, em relação à absorção de água, também foi observada por outros autores, quando os grãos foram hidratados apenas por 4 horas (COSTA et al., 2001). As características dos genótipos, em apresentarem este comportamento diferencial, podem estar associadas à rigidez do tegumento,

aderência dos cotilédones, elasticidade, porosidade e propriedades coloidais na absorção de água pelos grãos (ESTEVES et al., 2002).

O tempo requerido, para a máxima hidratação dos grãos, apresentou interação significativa com a temperatura da água de hidratação para a maioria das cultivares, com ajuste mais apropriado ao modelo de regressão (resposta quadrática), para as cultivares Pérola e Campeiro ($P < 0,01$), Valente e Rubi ($P < 0,05$) e Uirapuru (não significativa), às diferentes temperaturas de hidratação (Figura 2). Os grãos das cultivares Pérola, Campeiro e Valente, quando submetidos a temperaturas de 5°C, durante a embebição, hidrataram mais lentamente. A cultivar Rubi alcançou a máxima hidratação entre 6 a 8 horas, independente da temperatura de hidratação, mesmo assim, com ajuste significativo ao modelo de regressão, a 5% de significância (Figura 2).

As temperaturas superiores a 15°C diminuíram o tempo de máxima hidratação pela metade para a maioria das cultivares, com exceção da cultivar Rubi (Figura 2). Contudo, ao comparar as cultivares nas temperaturas de hidratação superiores a 15°C, as variações de tempo são relativamente pequenas; na sua maioria, os tempos foram em torno de 8 horas, com exceção da cultivar Valente (25°C, 12h) (Figura 2). Apesar da variação no tempo ter sido pequena, esse caractere é muito variável; na literatura encontram-se variações de 8h25min a 15h44min para diferentes anos de cultivo de feijão, considerando apenas 25°C, como temperatura de hidratação (LEMOS et al., 2004).

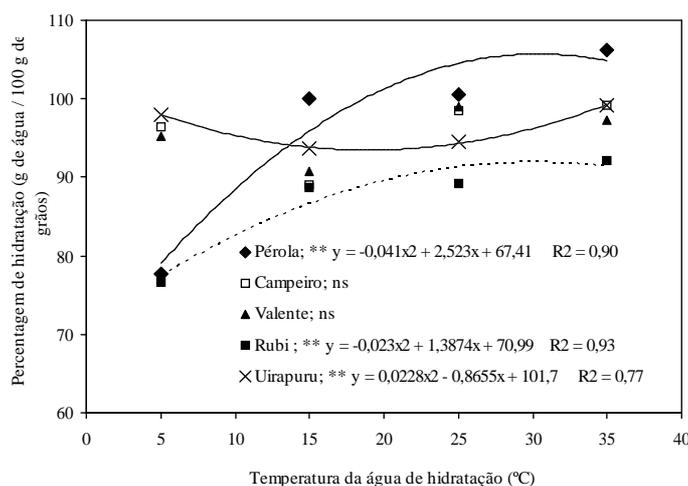


Figura 1 – Máxima capacidade de hidratação de cinco cultivares de feijão: (◆—◆) Pérola, (□— - —□) Campeiro, (▲—▲) Valente, (■-----■) Rubi e (×— —×) Uirapuru, submetidas a diferentes temperaturas da água de embebição (5, 15, 25 e 35 °C), com base na quantidade de água absorvida por 100 g de grãos, Lages, SC/2006. **significativo a 1% de probabilidade de erro; ^{ns}não significativo.

Ramos Junior et al. (2005) obtiveram a máxima hidratação de grãos entre 8h10min a 12h1min (a 25°C), de acordo com a cultivar; e consideraram essa diferença de 3h51min como elevada. Portanto, apenas o tempo de hidratação não é um bom indicativo para determinar a capacidade dos grãos hidratarem e, sim o percentual de hidratação, sob condição de temperatura controlada é que qualifica o genótipo para o seu potencial de hidratação.

O tempo de cocção dos grãos foi diferenciado para cada uma das cultivares avaliadas. Mas, apenas a cultivar Uirapuru apresentou uma tendência significativa ($P < 0,05$) de aumento no tempo de cocção, com o aumento da temperatura da água de embebição (Figura 3). Isoladamente, a cultivar Pérola apresentou um aumento no tempo de cocção (32,33min para 39,33min), com o aumento da temperatura (25°C para 35°C), respectivamente (Figura 3).

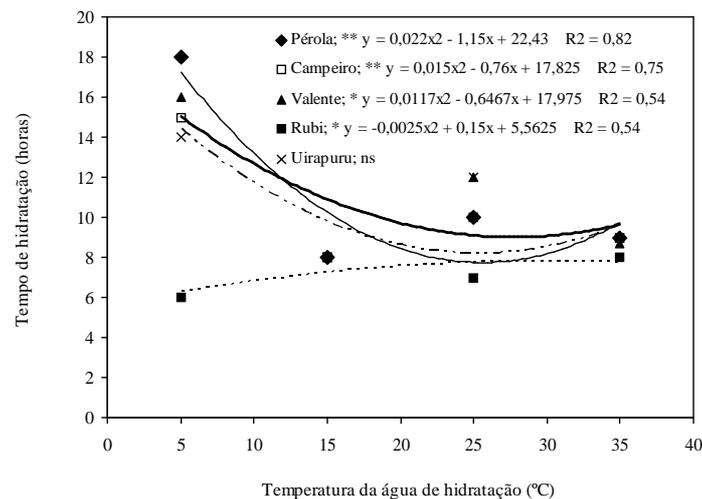


Figura 2 – Tempo necessário para se atingir a máxima capacidade de hidratação dos grãos, submetidos a diferentes temperaturas da água de embebição (5, 15, 25 e 35 °C), de cinco cultivares de feijão: (◆—◆) Pérola, (□— - —□) Campeiro, (▲—▲) Valente, (■— - —■) Rubi e (×— —×) Uirapuru. Lages, SC/2006. ** e * significativo a 1% e 5% de probabilidade de erro, respectivamente; ^{ns} não significativo.

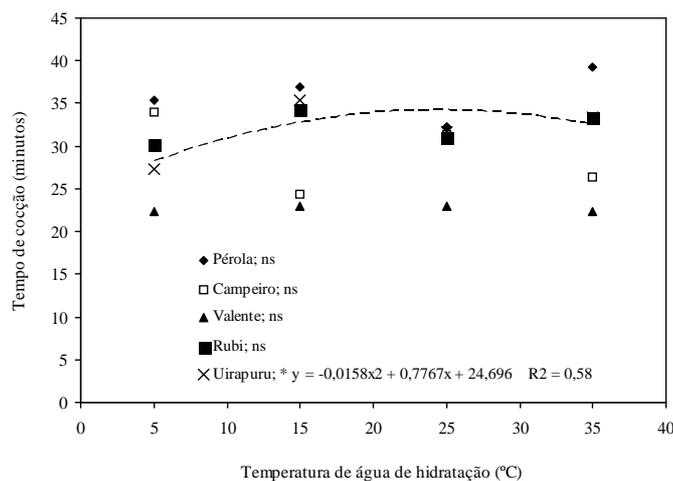


Figura 3 – Tempo de cocção dos grãos, previamente hidratados à sua máxima capacidade de hidratação, sob diferentes temperaturas da água de hidratação (5, 15, 25 e 35 °C), de cinco cultivares de feijão: (◆—◆) Pérola, (□— - —□) Campeiro, (▲—▲) Valente, (■— - —■) Rubi e (×— —×) Uirapuru. Lages, SC/2006. *significativo a 5% de probabilidade de erro; ^{ns} não significativo.

Kilmer et al. (1994) mostraram um aumento no tempo de cocção, em função da temperatura da água de hidratação, explicado pelo rápido vazamento de íons (fósforo, potássio, cálcio e magnésio) para a água de embebição, durante a hidratação dos grãos. Esses mesmos autores destacam que essa relação foi observada em feijões previamente envelhecidos e submetidos à hidratação por 16 horas, com temperatura de 25°C, onde foi constatada uma coincidência entre o vazamento de íons com um aumento de 50%, no tempo de cocção.

Baseado na literatura (KYRIAKIDIS et al., 1997), considerou-se como uma possível explicação para o comportamento diferencial entre as cultivares, o baixo teor de P na forma de fitato armazenado nos grãos, pois menos complexos seriam formados com proteínas e minerais. Dessa forma, o P seria facilmente liberado para formação de pectatos de cálcio, promovendo um maior tempo de cocção. Em adição a essa hipótese, sabe-se que o fitato representa em torno de 85% do P armazenado nos grãos, e seus teores em variedades de feijão podem ir de 0,7 a 1,48% (COELHO et al., 2002).

A temperatura da água de embebição afetou a capacidade de hidratação, que por sua vez, afetou o tempo necessário para haver a máxima hidratação e, indiretamente, o tempo de cocção. Todos esses caracteres foram dependentes da cultivar e diferentes para cada uma das condições avaliadas, indicando que é improvável fazer qualquer padronização das condições prévias ao cozimento, sem uma caracterização mais detalhada da cultivar em questão. Essa caracterização poderia ser quanto ao teor de P na forma de fitato, P-total, Ca, Mg e K nos grãos e na solução de embebição. Essa hipótese e as análises, para detectar se tais variações podem explicar o aumento do tempo de cocção, estão em andamento e serão apresentadas em trabalhos futuros.

A dependência da cultivar sobre os resultados obtidos é reforçada através da análise de correlação (Tabela 1). Para a cultivar Pérola, verificou-se uma correlação negativa entre capacidade de hidratação e o tempo para a máxima hidratação, mas para a cultivar Rubi essa correlação foi positiva. Baseado na resposta dessas cultivares, isso significa: um grão que hidrata rapidamente, nem sempre é o grão que atinge 100% da sua capacidade em hidratar, ou vice-versa.

A correlação entre capacidade de hidratação com o tempo de cocção não foi significativa para todas as cultivares; isso indica que não há uma relação direta entre a capacidade de hidratação dos grãos com o tempo de cocção, sugerindo que uma determinada cultivar pode apresentar baixa capacidade em hidratar e isso não indicar qual a tendência do tempo de cozimento. Esses resultados concordam com outros trabalhos (CARBONELL et al., 2003; LEMOS et al., 2004).

Entretanto, observou-se correlação significativa entre o tempo para a máxima hidratação e o tempo de cocção para as cultivares Campeiro, Rubi e Uirapuru, sendo positiva para as duas primeiras cultivares (Tabela 1), ou seja, quanto mais rápida foi a absorção de água pelos grãos, maior foi a capacidade de cozimento. Tal efeito positivo confere com alguns autores que indicam que o rápido tempo de hidratação (CASTELLANOS et al., 1995) ou maior porcentagem de hidratação (ELIA et al., 1997) podem ser indicativos para seleção precoce de genótipos, visando menor tempo de cocção.

CONCLUSÕES

O aumento da temperatura da água de embebição causou um aumento na capacidade de hidratação diferentemente para as cultivares. Com temperatura superior a 25°C, Pérola demorou em torno de 8 horas para atingir a máxima hidratação, enquanto que Rubi, nessa mesma condição, não atingiu a máxima hidratação.

Tabela 1 – Coeficiente de correlação de Pearson entre as características de capacidade de hidratação (A) (%), tempo de cocção (B) (minutos) e tempo de hidratação (C) (minutos), para as cinco cultivares de feijão. Lages, SC/2006.

Cultivares	Fatores correlacionados		
	A x B	A x C	B x C
Pérola	0,27 ^{ns}	-0,96**	-0,24 ^{ns}
Campeiro	0,45 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,88**
Valente	-0,07 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,15 ^{ns}
Rubi	0,55 ^{ns}	0,74**	0,88**
Uirapuru	-0,31 ^{ns}	0,21 ^{ns}	-0,93*

**Significativo a 1% de probabilidade de erro, pelo teste t. ^{ns}Não significativo.

A análise de correlação mostrou que, apenas para a cultivares Campeiro e Rubi, a rápida absorção de água pelos grãos foi um indicativo de maior rapidez na cocção. Considerando as cinco cultivares avaliadas, isso indica que é improvável fazer qualquer padronização das condições prévias ao cozimento, sem uma caracterização mais detalhada de cada cultivar em estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABU-GHANNAM, N. Modelling textural changes during the hydration process of red beans. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 38, n. 3, p. 341-352, Nov. 1998.
- BERRIOS, J. D. J.; SWANSON, B. G.; CHEONG, W. A. Physico-chemical characterization of stored black beans. **Food Research International**, Ottawa, v. 32, n. 10, p. 669-676, Dec. 1999.
- BRESSANI, R.; CHON, C. Effects of altitude above sea level on the cooking time and nutritional value of common beans. **Plant Foods for Human Nutrition (Formerly Qualitas Plantarum)**, Dordrecht, v. 49, n. 1, p. 53-61, Jan. 1996.
- CARBONELL, S. A. M.; CARVALHO, C. R. L.; AZEVEDO FILHO, J. A. de; SARTORI, J. A. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 369-379, set./dez. 2003.
- CASTELLANOS, J. Z.; GUZMAN-MALDONADO, H.; ACOSTA-GALLEGOS, J. A.; KELLY, J. D. Effects of hardshell character on cooking time of common beans grown in the semiarid highlands of Mexico. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 69, n. 4, p. 437-443, Dec. 1995.
- COELHO, C. M. M.; BELLATO, C. M.; SANTOS, J. C. P.; ORTEGA, E. M. M.; TSAI, S. M. Effect of phytate and storage conditions on the development of the hard to cook phenomenon in common beans. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 87, p. 1237-1243, 2007.
- COELHO, C. M. M.; SANTOS, J. C. P.; TSAI, S. M.; VITORELLO, V. A. Seed phytate content and phosphorus uptake and distribution in dry bean genotypes. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 14, n. 1, p. 51-58, Jan./Apr. 2002.
- COSTA, G. R. RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de F. de B. A variabilidade para absorção de água nos grãos de feijão do germoplasma da UFLA. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 1017-1021, jul./ago. 2001.
- DALLA-CORTE, A.; MODA-CIRINO, V.; SCHOLZ, M. B. D. S.; DESTRO, D. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 3, n. 3, p. 193-202, Sept. 2003.
- ELIA, F. M.; HOSFIELD, G. L.; KELLY, J. D.; UEBERSAX, M. A. Genetic analysis and interrelationships between traits for cooking time, water absorption, and protein and tannin content of Andean dry beans. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 122, n. 4, p. 512-518, July 1997.
- ESTEVES, A. M.; ABREU, C. M. P. de; SANTOS, C. D. dos; CORRÊA, A. D. Comparação química e enzimática de seis linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 999-1005, set./out. 2002.
- IBARRA-PERÉZ, F. J.; CASTILHO, R.; CUELLAR, E. I. Treshing effect on cooking time in comercial beans cultivars from semiarid highlands of Mexico. **Bean Improvement Cooperative**, Cali, v. 39, n. 1, p. 264-265, Feb. 1996.
- KILMER, O. L.; SEIB, P. A.; HOSENEY, R. C. Effects of minerals and apparent phytase activity in the development of the hard-to-cook state of beans. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 71, n. 5, p. 476-482, Sept./Oct. 1994.
- KYRIAKIDIS, N. B.; APOSTOLIDIS, A.; PAPAZOGLU, L. E.; KARATHANOS, V. T. Physicochemical studies of hard-to-cook beans (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 74, n. 2, p. 186-192, Mar. 1997.
- LEMO, L. B.; OLIVEIRA, R. S. de; PALOMINO, E. C.; SILVA, T. R. B. da. Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 4, p. 319-326, abr. 2004.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- MATTSON, S. The cookability of yellow peas: a colloid-chemical and biochemical study. **Acta Agriculturae Scandinavica**, Stockholm, v. 2, n. 1, p. 185-231, Jan. 1946.

PLHAK, L. C.; CALDWELL, K. B.; STANLEY, D. W. Comparison of methods used to characterize water imbibition in hard-to-cook beans. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, n. 2, p. 326-329, Mar./Apr. 1989.

RAMOS JUNIOR, E. U.; LEMOS, L. B.; SILVA, T. R. B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 75-82, jan./mar. 2005.

RODRIGUES, J. A.; RIBEIRO, N. D.; LONDERO, P. M. G.; CARGNELUTTI FILHO, A.; GARCIA, D. C. Correlação entre absorção de água e tempo de cozimento em cultivares

de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 209-214, jan./fev. 2005.

ROSSE, L. N.; VENCOVSKY, R. Modelo de regressão não linear aplicado ao estudo da estabilidade fenotípica de genótipos de feijão no estado do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 99-107, jan. 2000.

SGARBIERI, V. C.; WHITAKER, J. R. Physical, chemical and nutritional properties of common bean (*Phaseolus*) proteins. **Advances in Food Research**, New York, v. 28, n. 1, p. 93-166, Jan. 1982.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw-Hill, 1960. 473 p.