

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
Tel. (031)3899-2729 Fax (031)3899-2735 e-mail: dea@ufv.br
36571-000 VIÇOSA-MG-BRASIL

ARMAZENAMENTO DE FEIJÃO EM AMBIENTE RESFRIADO

(Boletim Técnico)

Agradecimentos:

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq

Apoio:

Cool Seed Indústria e Comércio de Equipamentos de Aeração Condicionada Ltda.

Coordenação

Adilio Flauzino de Lacerda Filho

Estudantes

Roberta Jimenez Almeida Rigueira – Pós Doutoranda

Marcus Bochi da Silva Volk - Doutorando

Romenique da S. Freitas - Mestrando

Viçosa-MG

JUNHO/ 2009

ARMAZENAMENTO DE FEIJÃO EM AMBIENTE RESFRIADO

Roberta Jimenez Almeida Rigueira¹

Adilio Flauzino de Lacerda Filho²

Marcus Bochi da Silva Volk³

Romenique da S. Freitas⁴

INTRODUÇÃO

O brasileiro é um grande consumidor de feijão e o Brasil tem produção estimada em 3,76 milhões de toneladas para a safra 2008/2009 (CONAB, 2009). A importância do consumo de feijão reside no fato de ser uma fonte de proteína que, em combinação com o arroz e o milho, resulta em uma alimentação de adequado balanço nutricional. O consumo médio brasileiro, per capita, desse grão é de 16,0 kg/habitante/ano, além de se considerar que o meio rural tem maior consumo que o urbano (EMBRAPA, 2006; FERREIRA, 2001). Segundo Barata (2005), o consumo per capita de arroz no Brasil é de 25,0 kg/habitante/ano, enquanto o de milho é de 18,0 kg/habitante/ano (ABIMILHO, 2009).

A composição média do feijão, como alimento, pode ser observada na Tabela 1. Entretanto, a conservação das características nutricionais do feijão pode ser comprometida se os procedimentos técnicos e operacionais durante a colheita, secagem, armazenagem e transporte não forem adequadamente conduzidos.

Tabela 1 - Composição média do feijão

Constituintes nutricionais	Proporção (%)
Carboidratos	56,0
Matérias protéicas	22,0
Água	4,5
Cinzas	4,0
Matérias graxas	1,5

Fonte: http://amora.cap.ufrgs.br/test/ai/feijão/valor_nutricional.htm (28/09/2009).

Popinigis, citado por Bragantini (2005), afirmou que os principais atributos fisiológicos relacionados à semente do feijão são: vigor e germinação, enquanto os sanitários estão relacionados aos fungos, com destaque para as espécies dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*. Bassinelo, citado por Bragantini (2005), defende que os atributos relativos à qualidade do feijão para a alimentação são a absorção de água, tempo de cozimento, quantidade de sólidos solúveis no caldo, cor do tegumento e do caldo, teores de fibras, proteínas, minerais e vitaminas. Afirmou também que a qualidade nutricional do feijão é alterada quando a armazenagem ocorre de forma inadequada.

Liu & Shiga, citados por Coelho (2009), afirmaram que o endurecimento dos grãos de feijão está relacionado com múltiplos mecanismos como a gelatinização do amido, desnaturação de

¹ Estudante de Pós-Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. Brasil.

² Professor Associado do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Telef.: (31)3899-1872. Email: alacerda@ufv.br.

³ Estudante de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa

⁴ Estudante de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. Brasil

proteínas e perda de fração da parede celular. Afirmaram, ainda, que esses defeitos são caracterizados pela limitada separação das células e restrita gelatinização do amido, os quais podem estar associados à competição parcial pela água, entre a coagulação de proteínas e o inchamento de amido. Se há coagulação de proteínas em grãos com o defeito de dureza de cozimento, haverá a formação de uma barreira física que restringe a água e impede a gelatinização de amido durante o cozimento o que resulta no aumento do tempo de cocção.

Sgabrieri, citado por Rios (2003), informou que o aumento da dureza da casca do feijão, durante o armazenamento, é favorecido pela baixa umidade relativa da atmosfera e pelo alto teor de água dos grãos durante a armazenagem. Afirmou, ainda, que o endurecimento ou a perda de cocção pode ser reversível e com velocidade dependente, principalmente, da temperatura e umidade relativa de armazenagem.

Rozo e colaboradores, citados por Canniatt-Brazaca *et al.* (1998), afirmaram que o nitrogênio da parede celular e a hemicelulose são transferidos da casca para os cotilédones do feijão comum quando as condições de armazenagem são de 40 °C e 80% de umidade relativa, pois propiciam o endurecimento dos grãos para a cocção. Ao trabalharem com armazenagem de 33 variedades de feijão guandu, em ambiente a 11 °C, os autores não observaram variação significativa na densidade das sementes durante 12 meses de armazenagem, em comparação com os valores observados no tempo inicial.

Os grãos de feijão, destinados ao consumo, perdem alguns atributos de qualidade quando armazenados à temperatura ambiente, assim, Bassinello (2005) identificou os principais parâmetros relacionados à qualidade: 1) absorção de água; 2) tempo de cozimento; 3) quantidade de sólidos solúveis no caldo; 4) cor do tegumento e do caldo; 5) teor de fibras, proteínas, minerais e vitaminas. O feijão armazenado tende a cozinhar mais lentamente, conseqüentemente há maior consumo de energia, haja vista o tegumento do feijão perder sua permeabilidade durante o armazenamento. Além de alterações no sabor, o caldo do feijão perde sua consistência e tem sua cor modificada durante o período de armazenagem. Este parâmetro de qualidade é medido pela quantidade de sólidos solúveis no caldo. O escurecimento dos grãos de feijão, principalmente nos tipos de cor clara como o carioca, é um fator irreversível e influencia de modo significativo a sua aceitação comercial, devido a várias causas, como as reações químicas e enzimáticas.

De acordo com Hellevang (2005), os principais fatores que contribuem para a deterioração dos grãos de feijão são: temperatura de armazenagem; umidade e exposição à luz ultravioleta.

Segundo Bragantini (2005), temperaturas mais elevadas causam o escurecimento mais acelerado nos grãos de feijão. Sabe-se que o escurecimento dos grãos de feijão é mais pronunciado no início da armazenagem e constatou-se que é extremamente importante resfriar os grãos de feijão e minimizar a exposição à luz após a colheita, a fim de tornar possível a armazenagem dos grãos por um período maior e a manutenção das qualidades físicas, sanitárias e nutricionais dos mesmos.

É de conhecimento amplo que os insetos-praga se desenvolvem intensamente em ambientes onde a umidade relativa é superior a 30% e a temperatura se encontra na faixa entre 22 e 45 °C.

Para Lazzari (2000), os fatores favoráveis ao desenvolvimento dos fungos estão relacionados com a temperatura e teor de água dos grãos, umidade relativa e temperatura do ar, concentração de oxigênio, presença do fungo e tempo de armazenagem, sendo o teor de água dos grãos fator determinante que proporciona crescimento rápido ou lento, dependendo do seu conteúdo.

Com base no exposto, objetivou-se avaliar, mensalmente, a qualidade de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*, L.) em ambiente de armazenagem, a 15 °C e 55 ± 3 °C, com diferentes teores de água e observar se houve infestação de insetos e infecção por fungos.

Material e Métodos

O experimento foi instalado no Laboratório de Pré-Processamento e Armazenamento de Produtos Vegetais do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa.

Foi utilizado feijão da cultivar "vermelhinho", produzido em uma Fazenda Experimental da própria Universidade, na safra 2008. O produto foi colhido e trilhado manualmente.

Depois de limpo, parte do feijão foi secado até o teor de água de 18, 15 e 12% (b.u.), aproximadamente. Amostras de 1,0 kg foram acondicionadas em invólucros de papel *kraft* e esses em sacos plásticos para que fosse estabelecido um microclima de equilíbrio no interior dos invólucros. Os invólucros foram armazenados em câmaras frias, a 15 °C e 55 ± 3% de umidade relativa, durante 120 dias. Em intervalos regulares de 30 dias, avaliaram-se as possíveis variações no teor de água, índice de germinação, condutividade elétrica, tempo de cocção e presença de microrganismos e de insetos-praga.

O teor de água foi avaliado em estufa com circulação forçada de ar, conforme os procedimentos descritos em *Regras para Análise de Sementes* (BRASIL, 1992).

O percentual de germinação foi obtido de acordo com as instruções contidas em *Regras Para Análises de Sementes* (Brasil, 1992), no qual, foram utilizadas quatro repetições de 50 grãos, distribuídas sobre duas folhas de papel *Germitest*, umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel substrato, a 25 °C. A contagem final foi realizada aos nove dias, considerando o número de grãos germinados. Os resultados foram expressos em percentual médio de germinação (%).

O tempo de cocção foi avaliado utilizando-se 25 grãos uniformes e inteiros, previamente embebidos em 80 mL de água destilada, durante 12 horas, a 25 °C, e colocados no equipamento de Mattson modificado. O equipamento com os grãos foi colocado em recipiente de alumínio, com capacidade de 2000 mL, contendo 1000 mL de água destilada, a qual foi fervida em chapa aquecida por meio de resistência elétrica. O tempo de cocção foi cronometrado em minutos, depois que a água atingiu 90 °C, e finalizado depois da queda da 13ª vareta, ao serem perfurados mais de 50% dos grãos (Sartori, alterado por PROCTOR & WATTS, 1997).

A massa específica foi determinada por meio de balança de peso hectolítrico com capacidade de ¼ de litro, modelo Dallemole.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, apresentam-se os resultados observados na variação do teor de água dos grãos durante os 120 dias de armazenagem.

Observou-se que mesmo com umidade inicial de 17,8% (b.u.), em ambiente com 55 ± 3% de umidade relativa, o feijão foi mantido com umidade de 17,6% (b.u.) à temperatura de 15 °C. Isso pode ter ocorrido devido à impossibilidade de trocas gasosas devido ao invólucro de plástico. Entretanto, não foi observado tal comportamento quando a umidade do feijão era de 15,6% (b.u.), devido a possíveis perfurações no invólucro de plástico, permitindo que ao final de 120 dias, a umidade fosse reduzida a 13,3% (b.u.). Com base na equação Henderson, modificada por Bach (1979), para determinar a umidade de equilíbrio de feijão preto, ao se considerarem a temperatura de 15 °C e a umidade relativa média de 55%, o feijão teria a umidade de equilíbrio de 13,7% (b.u.). Por esse motivo, a massa de grãos, armazenada em câmara fria, foi acondicionada em sacos plásticos. Informa-se, ainda, que a estimativa da umidade relativa de equilíbrio foi feita com base na equação de Chung & Pfof (RESENDE *et al.* 2006). E para os teores de água de 12, 15 e 18% (b.u.), armazenados à temperatura de 15 °C, os resultados foram 45,9; 67,8 e 81,8%, respectivamente.

Observou-se, ainda, que o feijão com 12,1% (b.u.), depois de 120 dias de armazenagem, encontrava-se em equilíbrio com a atmosfera intergranular em 12,07% (b.u.), cuja variação não foi significativa.

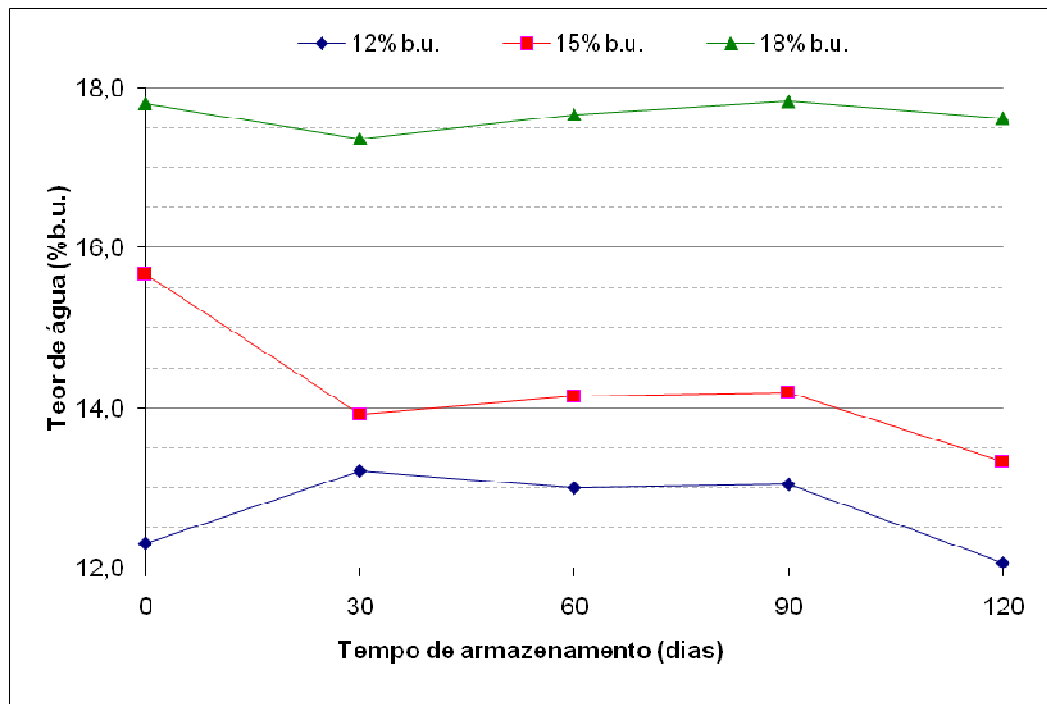


Figura 1 - Variações observadas nos teores de água do feijão durante 120 dias de armazenagem, acondicionada em invólucro de plástico.

Na Figura 2, observam-se as variações no índice de germinação das sementes de feijão com diferentes teores de água, durante os 120 dias de armazenagem.

É importante ressaltar que na temperatura de 15 °C, o índice de 100% de germinação foi mantido durante 90 dias, e, aos 120 dias, observou-se a redução de 3%, assim, as sementes mantiveram-se com 97% de germinação, quando o teor de água era, aproximadamente, 18% (b.u.).

Nas sementes armazenadas com 12% (b.u.), observou-se uma variação entre 98 e 100% de germinação, durante os 120 dias de armazenagem.

Para a umidade de 15% (b.u.), não foi observada variação no índice de germinação em relação ao tempo de armazenagem. Entretanto, tal constatação não implica em afirmar que esse seja o melhor teor de água para a armazenagem de feijão a 15 °C. Novas investigações devem ser realizadas a fim de se obter resultados mais conclusivos.

Ressalta-se que foi tomado como referência o índice de germinação de 80%.

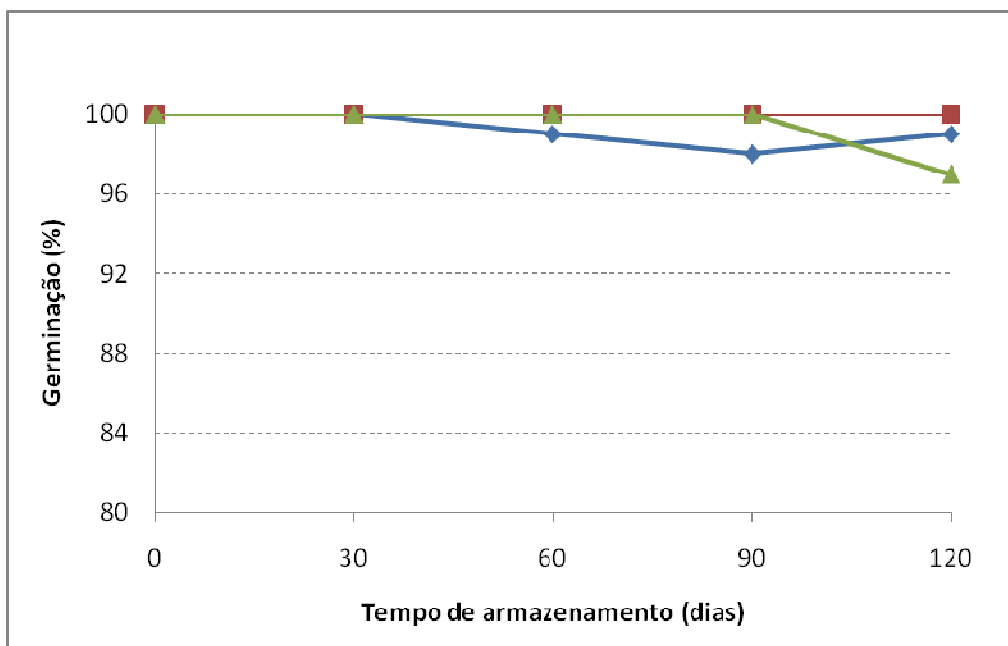


Figura 2 - Variação nos índices de germinação observados durante 120 dias de armazenagem de feijão à temperatura de 15 °C, com diferentes teores de água.

Assim, a variação da condutividade elétrica pode ser observada na Figura 3.

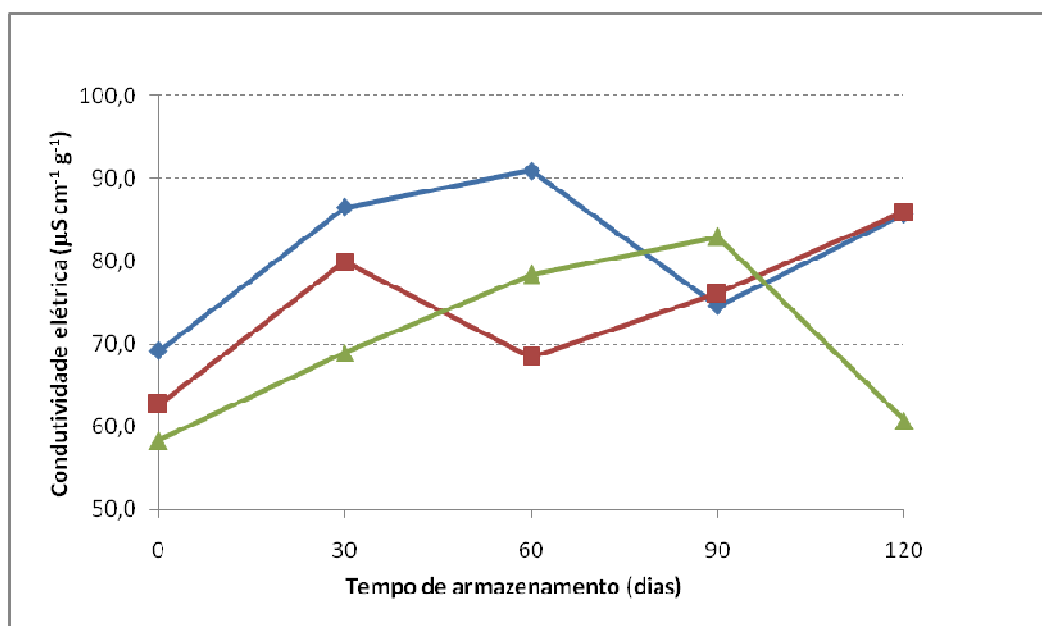


Figura 3 - Variação da condutividade elétrica medida durante 120 dias de armazenagem de feijão com diferentes teores de água em temperatura de 15 °C.

Correia & Afonso Junior (1999) avaliaram a qualidade de sementes de feijão ao considerarem a condutividade elétrica como um dos referenciais e observaram que, valores na ordem de 85,45 $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ resultaram em sementes de boa qualidade. Com base nesse referencial, observa-se que, independente dos valores de umidade, a armazenagem de sementes em ambiente com temperatura de 15 °C não influenciou a sua qualidade quando houve variação entre 58,4 e 90,9 $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$, para teores de água entre 17,6; 13,7 e 12,1% (b.u.), respectivamente, ao final de 120 dias de armazenagem.

Os resultados relativos ao tempo de cocção, atributo de qualidade relativo ao feijão comercial, podem ser observados na Figura 4.

Observou-se o aumento no tempo de cocção do feijão com 17,6% (b.u.) depois de 30 dias de armazenagem e redução nesse tempo até os 90 dias. Tal fato indica o estabelecimento de um equilíbrio fisiológico durante o período de armazenagem. Contudo, esse tempo foi superior ao dos grãos com 12,1 e 13,7% (b.u.). O menor tempo de cocção foi observado no feijão com menor teor de água, indicando que a menor atividade fisiológica, devido à menor atividade d'água, contribui para melhor conservação dos grãos comerciais à temperatura de 15 °C.

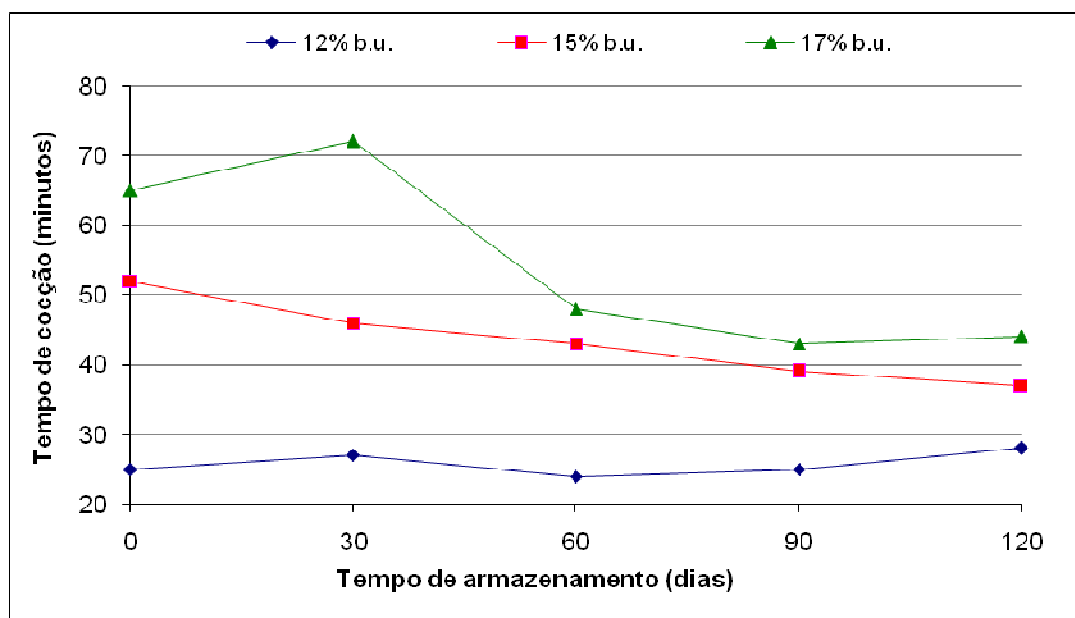


Figura 4 - Variação no tempo de cocção observado em feijão armazenado durante 120 dias, com diferentes teores de água, à temperatura de 15 °C.

Não foi observado desenvolvimento de fungos e ou infestação por insetos-praga durante o período de armazenagem.

CONCLUSÕES

A partir das condições experimentais, pôde-se concluir que:

- 1) A armazenagem de feijão em ambiente com temperatura de 15 °C, com diferentes teores de água, não propiciou danos ao produto, aos serem considerados os atributos qualitativos avaliados, durante o período de 120 dias;
- 2) É possível armazenar feijão com umidade próxima de 18% (b.u.) desde que a temperatura de armazenagem seja mantida em 15 °C ;
- 3) Feijão com menor teor de água tem menor tempo de cocção quando armazenado à temperatura de 15 °C ;
- 4) A condutividade elétrica das sementes foi mantida dentro da faixa considerada adequada para os referenciais de qualidade de sementes de feijão, considerando-se as condições de armazenagem.
- 5) A cor do feijão armazenado em ambiente refrigerado com temperatura de 15 °C se manteve inalterada, com diferentes teores de água, durante o período de 120 dias.

Literatura consultada

ABIMILHO. Notícias: ABIMILHO quer ganhar novos consumidores. São Paulo: ABIMILHO. (www.abimilho.com.br, em 28/09/2009, fonte: Correio Popular).

BACH, D.B. **Curvas de equilíbrio higroscópico de feijão-preto (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1979. 39f. Dissertação Mestrado (Departamento de Engenharia Agrícola).

BASSINELLO, P. Z. **Qualidade dos grãos**. Santo Antônio de Goiás: MBRAPA/CNPAF. http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/agencia4/ago1/arvore/ag01_2_28102004161635.html. (em 20/12/2005).

BARATA, T. S. **Caracterização do consumo de arroz no Brasil**: um estudo na região metropolitana de Porto Alegre. (Dissertação, Mestrado. 2005). Porto Alegre: UFRGS – CEPAN. 93 p. 2005. (Centro de Estudos de Pesquisa de Agronegócio – CEPAN)

BRAGANTINE, C. **Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão**. Santo Antônio de Goiás: CNPAF/EMBRAPA. 28 p. 2005. (Documento 187).

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Brasília: MAA/DNDV, 1992, 365p..

CANNIATT-BRAZACA, S. G.; MANCINI FILHO, J.; SALGADO, J. M.; NOVAES, N. J. Influência do tempo de armazenamento a 11 °C sobre algumas características físicas de cultivares de feijão guandu (*Cajanus cajan*, L). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas: SBCTA. V. 18, n. 1. 18 p. 1998.

COELHO, S. R. M.; PRUDENCIO, S. H.; NÓBREGA, L. H. P.; LEITE, C. F. R. Alterações no tempo de cozimento e textura de feijão comum durante o armazenamento. **Ciência Agrotécnica**. Lavras: UFLA. v. 33, n. 2, p. 539-544, 2009.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**. (8º levantamento de safra 2008/2009). Brasília: CONAB. 37 p. 2009. (www.conab.gov.br, em 28/05/2009).

CORRÊA, P. C.; AFONSO JUNIOR, P. C. Uso do teste de condutividade elétrica na avaliação dos danos provocados por diferentes taxas de secagem em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande: UFPB. v.1, n. 1, p. 21-26. 1999.

FERREIRA, C. M. **Comercialização de feijão no Brasil**. (Dissertação, Mestrado. 2001). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP. 145 p. 2001. (Departamento de Economia Agrícola).

HELLEVANG, K. J. **Post harvest management to maintain bean quality**. Disponível em: <http://www.northharvestbean.org/html/details.cfm?id=43> (em 20/11 2005).

LAZZARI, F. Prevenção de micotoxinas em alimentos e rações. In: SUSSEL, V.M. **Atualidades em micotoxinas e armazenagem de grãos**. Florianópolis: Vildes M. Sussel, 2000. p. 97-109.

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**. Ottawa: Apple Hill, v. 20, n. 1, p. 9-14, 1987.

RESENDE, O.; Correia, P. C.; Gonelli, A. L. D.; Ribeiro, D. M. Isotérmica e calor isostérico de sorção de feijão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas: UNICAMP. v. 26, n. 3. p. 626-631, 2006.