

Alguns Aspectos do Armazenamento de Sementes e Grãos de Feijão



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Arroz e Feijão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1678-9644

Dezembro, 2005

Documentos 187

Alguns Aspectos do Armazenamento de Sementes e Grãos de Feijão

Cláudio Bragantini

Santo Antônio de Goiás, GO
2005

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Arroz e Feijão

Rodovia GO 462 Km 12 Zona Rural
Caixa Postal 179
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
Fone: (62) 3533 2123
Fax: (62) 3533 2100
www.cnpaf.embrapa.br
sac@cnpaf.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Carlos Agustin Rava*
Secretário: *Luiz Roberto Rocha da Silva*
Edson Herculano Neves Vieira
Joaquim Geraldo Cáprio da Costa

Supervisor editorial: *Marina A. Souza de Oliveira*
Capa: *Sebastião José de Araújo*
Catalogação na fonte: *Ana Lucia D. de Faria*
Editoração Eletrônica: *Fabiano Severino*

1ª edição

1ª impressão 2005: 500 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Arroz e Feijão

Bragantini, Cláudio.

Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão / Cláudio Bragantini. – Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2005.

28 p. – (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644 ; 187)

1. Feijão – Armazenamento. I. Título. II. Embrapa Arroz e Feijão. III. Série.

CDD 635.65268 (21. ed.)

© Embrapa 2005

Autor

Cláudio Bragantini

Engenheiro Agrônomo,
Ph.D. em Tecnologia de Sementes,
Embrapa Arroz e Feijão,
Caixa Postal 179, 75375-000
Santo Antonio de Goiás, GO.
claudio@cnpaf.embrapa.br

Apresentação

Segundo estudos realizados por diversos pesquisadores, o prejuízo anual que a economia mundial sofre em consequência das perdas pós-colheita é muito grande. A causa mais freqüente de perdas no armazenamento é o ataque de insetos, fungos e roedores. Ocorrem ainda perdas das qualidades intrínsecas como a aparência e o sabor, no caso do feijão para consumo e, quando se trata das sementes, a sua capacidade de germinar e produzir uma planta vigorosa e sadia.

Os grãos armazenados possuem dois tipos principais de água na sua composição: a água livre, que é facilmente removida pelo calor; e a água de constituição, que está fortemente fixada nas células. O grão tem a propriedade de absorver ou ceder água para o ar que o envolve. Quando a umidade relativa do ar do armazém se modifica, os grãos tendem a absorver ou perder umidade para o ambiente, até atingir o equilíbrio. Estes aspectos são de fundamental importância para se entender os mecanismos que controlam a qualidade dos produtos agrícolas armazenados, especialmente o feijão, cujas características de qualidade são bastante sensíveis às condições de armazenamento.

Uma vez conhecidas as principais características da massa de grãos, torna-se importante entender os diversos fatores que influenciam na conservação do feijão armazenado, incluindo os fatores físicos, como a temperatura e a umidade, e os biológicos, como os microorganismos e insetos, que afetam a conservação dos grãos.

O armazenamento de sementes e grãos de feijão tem sido objeto de estudos principalmente para regiões úmidas e quentes, onde esses problemas se agravam, e, com o intuito de colaborar com os produtores que necessitam de armazenar o feijão é que publicamos esta revisão bibliográfica sobre o armazenamento de sementes e grãos de feijão.

Beatriz da Silveira Pinheiro
Chefe-Geral da Embrapa Arroz e Feijão

Sumário

Introdução	11
Parâmetros de qualidade	13
Manejo pós-colheita	14
Armazenamento	14
Secagem e aeração	17
Qualidade sanitária	20
Tratamento e embalagem	22
Necessidades futuras de pesquisa	23
Referências Bibliográficas	24

Alguns Aspectos do Armazenamento de Sementes e Grãos de Feijão

Cláudio Bragantini

Introdução

Os problemas de armazenamento de produtos agrícolas constituem objeto de estudo permanente, visando a prolongar ao máximo a qualidade dos produtos armazenados, sejam eles semente ou grão para consumo. Evitando-se perdas desnecessárias nos grãos armazenados, é possível minorar, e muito, a fome no mundo. Segundo diversos pesquisadores, o prejuízo anual que a economia das nações em desenvolvimento sofrem em consequência das perdas pós-colheita é muito grande. A causa mais freqüente de perdas no armazenamento é o ataque de insetos, fungos e roedores. Ocorrem ainda perdas das qualidades intrínsecas, como a aparência e o sabor, no caso do feijão para consumo, e, quando se trata das sementes, a sua capacidade de germinar e produzir uma planta vigorosa e sadia.

O feijão armazenado em silos ou sacos, dentro dos armazéns, apresenta-se como uma massa porosa, constituída pelos grãos e espaços intergranulares. O oxigênio existente no espaço intergranular é utilizado no processo respiratório das sementes, acompanhado do desgaste das substâncias nutritivas. Os grãos armazenados se deterioram lentamente ou mais depressa, quando a temperatura se eleva. O processo respiratório também é grandemente influenciado pelo teor de umidade dos grãos. Quando a umidade de armazenamento se encontra entre 11 e 13%, o processo respiratório se mantém baixo, prolongando a manutenção da qualidade do produto armazenado. No entanto, ao aumentar o teor de umidade, o processo respiratório acelera, ocorrendo a deterioração dos grãos.

Outra característica importante dos grãos armazenados é a sua condutividade térmica. O calor, na massa de grãos, é propagado por condução, de grão para grão que se encontram em contato, e também por convecção, em decorrência do fluxo de ar intergranular que se desloca. Investigações realizadas em diversos países evidenciam que a massa de grãos se apresenta como um material de baixa condutibilidade térmica, ou seja, grãos armazenados em sacos empilhados ou silos não trocam calor com o ambiente de armazenamento com muita facilidade. Essa característica pode ser perigosa se os grãos estiverem com umidade elevada, mas pode ser uma aliada na conservação do produto armazenado corretamente.

Os grãos armazenados possuem dois tipos principais de água na sua composição: a água livre, que é facilmente removida pelo calor; e a água de constituição, que está fortemente fixada nas células.

O grão, como todo material higroscópico, tem a propriedade de absorver ou ceder água para o ar que o envolve. Quando a umidade relativa do ar do armazém se modifica, os grãos tendem a absorver ou perder umidade para o ambiente, até atingirem o equilíbrio. Estes aspectos são de fundamental importância para se entenderem os mecanismos que controlam a qualidade dos produtos agrícolas armazenados, especialmente o feijão, cujas características de qualidade são bastante sensíveis às condições de armazenamento.

Uma vez conhecidas as principais características da massa de grãos, torna-se importante entender os diversos fatores que influenciam na conservação do feijão armazenado, incluindo os fatores físicos, como a temperatura e a umidade, e os biológicos, como os microorganismos e insetos, que afetam a conservação dos grãos.

A temperatura é talvez o fator físico mais importante na conservação dos grãos armazenados, pois a maioria das reações químicas é acelerada com o aumento da temperatura. Quando a temperatura de armazenamento é mais baixa, pode-se armazenar com segurança, mesmo quando a umidade dos grãos está acima da ideal, pois a baixa temperatura inibe o desenvolvimento de microorganismos e insetos.

A umidade dos grãos é, juntamente com a temperatura, um fator primordial na conservação dos grãos e sementes. Quando a umidade está baixa, a atividade

vital (respiração) é diminuída e o metabolismo reduzido ao mínimo. A combinação de baixas temperaturas e baixo teor de umidade dos grãos é ideal para a semente, que necessita se manter viável durante o armazenamento.

O armazenamento de sementes e grãos de feijão tem sido objeto de estudos principalmente para regiões úmidas e quentes, onde esses problemas se agravam. Para se evitar a troca de umidade entre os grãos e o ambiente e o aquecimento, existem novas opções de silos herméticos, de equipamentos de resfriamento de grãos, armazenamento em atmosfera confinada, entre outras opções.

Parâmetros de Qualidade

As sementes de feijão armazenadas podem perder alguns atributos de qualidade que chegam a inviabilizar o seu uso como estrutura de reprodução. Para se conservarem as sementes mantendo a sua qualidade, Carvalho (1980) identificou diversos fatores que influem no seu comportamento durante o armazenamento, como a qualidade inicial da semente, as condições climáticas durante a maturação, o grau de maturação e o grau de injúria mecânica no momento da colheita, o tipo de embalagem utilizado, a secagem e as características do ambiente do armazém. Entre os parâmetros de qualidade da semente de feijoeiro mais importantes estão a qualidade fisiológica, medida através dos testes de germinação e vigor, e a qualidade sanitária, medida através dos testes de sanidade. Popinigis (1977) indicou, para manutenção da qualidade fisiológica da semente, as condições de temperatura e umidade relativa do ar ideais para o armazenamento em curto prazo (até 9 meses), médio prazo (18 meses) e longo prazo. Para ilustrar a qualidade sanitária, ele separou em dois grandes grupos os fungos que podem estar presentes na semente: os de campo, que tendem a diminuir sua incidência durante o período de armazenamento; e os de armazenamento, que apresentam um comportamento inverso. Entre estes estão os dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, que matam o embrião e causam a descoloração.

Para o feijão destinado ao consumo, 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; e 5) teor de fibras, proteínas minerais e vitaminas. O feijão armazenado tende a cozinhar mais lentamente, resultando em maior consumo de tempo e

energia. O tegumento do feijão perde a sua permeabilidade durante o armazenamento, contribuindo para o aumento do tempo de cocção. Além de alterações no sabor, o caldo do feijão perde a consistência e tem a sua cor modificada durante o período de armazenamento. 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 influi grandemente na sua aceitação comercial, tendo várias causas, como reações químicas, enzimáticas ou não. As qualidades nutricionais do feijão são alteradas quando o produto é armazenado de forma inadequada.

Manejo Pós-Colheita

Armazenamento

O armazenamento prolongado de sementes de feijão, importante principalmente para se conservar material genético em bancos de germoplasma, é influenciado pela forma que a semente foi manipulada durante e após a colheita. Almeida & Falivene (1982), estudando tais efeitos, já comprovavam o prejuízo da trilha mecânica e das condições não controladas do armazenamento sobre a qualidade fisiológica das sementes de feijão. Verificaram ainda que em condições de armazenamento em câmara seca, com 48% de umidade relativa e 12° C, é possível se manterem bons índices de germinação por longos períodos, independente do tipo de trilha utilizado.

Os produtores de feijão têm interesse em novas opções de armazenamento que mantenham melhor a qualidade, não somente da semente que ele irá utilizar para plantio na safra seguinte, mas que também melhorem as suas opções de mercado do feijão para consumo. Para isso, é preciso conhecer as condições mais apropriadas de armazenamento, para manutenção da qualidade do produto.

O levantamento realizado por Hellevang (2005) nos Estados Unidos revelou uma grande variedade de procedimentos pós-colheita utilizados pelos produtores de feijão e os comparou com a qualidade do produto. Essa pesquisa foi conduzida com o intuito de identificar os principais fatores que contribuem para a deterioração do feijão e quantificar os efeitos da umidade de colheita, exposição à luz ultravioleta, temperatura e umidade de armazenamento. Grãos de

feijão armazenados com 16% de umidade e expostos tanto à luz ultravioleta como a um espectro de luz similar à luz do dia, escureceram rapidamente poucas semanas após a colheita. O escurecimento é mais pronunciado no início do período de armazenamento. Isto indica a necessidade de se minimizar a exposição à luz durante ou até mesmo antes do período de armazenamento. As temperaturas de armazenamento mais elevadas causaram um escurecimento mais acelerado no feijão armazenado. O experimento ainda constatou mudanças de cor no tegumento, medido através do colorímetro Hunter, tendendo para o vermelho, principalmente quando o grão foi armazenado à temperatura mais alta e com umidade mais elevada. O tempo de cocção, outra característica de qualidade medida no experimento, aumentou significativamente nas amostras de feijão armazenadas com umidade mais alta e a temperaturas mais elevadas. Os resultados mostraram que é extremamente importante armazenar feijões a temperaturas mais baixas para manutenção tanto da qualidade de cozimento como da cor. O resfriamento deve acontecer o mais rapidamente possível após a colheita, utilizando-se a aeração.

Durante o período de armazenamento, o feijão passa por modificações fisiológicas e bioquímicas que alteram a sua qualidade, tanto para o uso como semente como para consumo como alimento. Santos et al. (2005) estudaram essas alterações em sementes de feijoeiro armazenadas em condições ambientais não controladas de temperatura e umidade relativa do ar e concluiu que existem cultivares com diferentes aptidões para a manutenção da qualidade fisiológica durante o armazenamento. Testes bioquímicos indicaram que a enzima esterase tem sua atividade incrementada durante o armazenamento, independente da qualidade fisiológica das sementes. A atividade de outras enzimas estudadas, malato e glutamato desidrogenase, manteve-se estável durante o armazenamento.

A perfeita compreensão do processo fisiológico que leva à deterioração das sementes armazenadas tem sido buscada incessantemente. Walters & Roos (1998) vêm estudando por mais de uma década as condições ótimas de armazenar sementes no banco de germoplasma dos Estados Unidos, em Fort Collins, Colorado, para prever com precisão a qualidade das amostras de semente armazenadas, como forma de diminuir o tempo e os recursos gastos para monitorar a viabilidade das sementes durante o armazenamento. É sabido que, quando armazenadas em condições ótimas, as sementes podem permanecer viáveis por centenas, talvez milhares de anos, o que diminuiria

consideravelmente a necessidade de replantar as amostras deterioradas, que é a atividade mais onerosa em um banco de germoplasma.

O processo de deterioração das sementes armazenadas é inevitável. Quando isso acontece, elas perdem o vigor, ficam mais suscetíveis a estresses durante a germinação e, eventualmente, perdem a sua capacidade de crescer e produzir. O perfeito entendimento desse processo não é importante exclusivamente para os bancos de germoplasma. Ele tem implicações enormes para a indústria de sementes. Walters & Roos (1998) descobriram que os dois fatores que mais influenciam na deterioração das sementes de feijão são: a forma como a água se fixa dentro da semente; e o efeito da água presa nas células da semente. Estudos mais profundos estão aplicando as leis da termodinâmica e conceitos de tecnologia de alimentos para prever o teor de umidade e temperatura ideal para armazenar sementes de cada espécie. Esses autores têm investigado estruturas microscópicas das sementes e seu comportamento a temperaturas muito baixas e afirmam que todas as sementes possuem essas microestruturas pouco conhecidas, que consistem em substâncias intercelulares altamente complexas, possivelmente formadas por uma mistura de carboidratos ou proteínas, chamadas de cápsulas aquosas, formadas à temperaturas ultra-baixas. Walters & Roos (1998) têm estudado estas cápsulas em diversas espécies, incluindo o feijoeiro. Para medir as mudanças que ocorrem nessas cápsulas aquosas presentes nas células das sementes é utilizado um calorímetro de varredura diferencial e acredita que as cápsulas aquosas controlam a velocidade de deterioração da semente através do controle da velocidade das reações químicas e afirmam, ainda, que tais cápsulas tornam as células das sementes muito viscosas, fazendo com que as moléculas se movam vagarosamente. Essas cápsulas possuem poros muito pequenos que não permitem que outras moléculas se movam. Quanto mais lento for o movimento molecular no interior da semente, mais lentas serão as reações químicas e, conseqüentemente, a deterioração. Cápsulas mais densas e viscosas fazem as sementes permanecerem viáveis por mais tempo e, quando as cápsulas estão mais fluidas, as sementes se deterioram mais rapidamente. Presumem, ainda, que as cápsulas nas sementes que tenham sido desidratadas em excesso são porosas, mas estas mesmas cápsulas se apresentam muito fluidas quando as sementes não foram suficientemente secas. Em ambas as condições, as sementes não armazenam bem.

Segundo esses autores, cada espécie possui a sua umidade ideal para o armazenamento em longo prazo. Esses estudos têm fornecido informações concretas sobre as combinações ideais de umidade da semente e temperatura de

armazenagem. Ainda não foram determinados quais os elementos químicos são mais importantes para a formação estável das cápsulas, porém concluiu-se que as cápsulas são formadas durante as fases finais de maturação da semente. Quando todo esse processo estiver perfeitamente elucidado, será possível prever com precisão a velocidade de deterioração das espécies, antes mesmo de ela iniciar. Essas informações são de vital importância, principalmente para os bancos de germoplasma, para planejar a regeneração dos acessos.

Os primeiros efeitos deletérios do armazenamento na qualidade fisiológica das sementes de feijão são notados pela perda do vigor. Skowronski et al. (2004), medindo o vigor de sementes de feijão de diversas cultivares, identificaram perdas de vigor após seis meses de armazenamento e observaram que alguns genótipos armazenam melhor que outros.

Por se tratar de um cultivo de pequenos agricultores, o armazenamento do feijão na propriedade rural tem sido freqüentemente objeto de estudos. Vieira et al. (2005) avaliaram o armazenamento do feijão em tubos plásticos impermeáveis, construídos a partir do polietileno. Por possuir a parede externa de cor branca, os fabricantes afirmam que parte dos raios solares é refletida, diminuindo assim seus efeitos deletérios ao produto. Os autores concluíram que o teor de umidade do feijão se mantém praticamente inalterado durante 90 dias de armazenamento nessas condições.

Várias são as razões para o produtor de feijão armazenar seu produto na fazenda. Um levantamento efetuado por Smith & Holman (2005) nos Estados Unidos identificou como principais razões o preço baixo de venda do produto no momento da colheita, a necessidade de guardar aquilo que não foi possível comercializar no momento da colheita e os custos do armazenamento em outro local. Todos os produtores entrevistados foram unânimes em afirmar que o armazenamento na fazenda é necessário para garantir a rentabilidade do cultivo do feijoeiro. No mesmo levantamento, compradores intermediários e beneficiadores de feijão expressaram a preocupação com a qualidade do feijão armazenado na fazenda.

Secagem e aeração

O manejo da semente de feijão durante e após a colheita influencia grandemente a manutenção de sua qualidade durante o armazenamento. A

secagem é um dos procedimentos pós-colheita que mais afetam o comportamento dos feijões armazenados. Afonso Júnior & Corrêa (2000) estudou os efeitos imediatos e latentes de diferentes combinações de temperatura do ar de secagem e grau de umidade na colheita sobre a qualidade fisiológica da semente de feijão colhida com diferentes níveis de umidade e correlacionou-os com testes de suscetibilidade aos danos mecânicos. Ele concluiu que a qualidade fisiológica e a suscetibilidade a danos mecânicos estão inversamente relacionadas com a temperatura do ar de secagem e com o grau de umidade do produto na colheita. Esses efeitos puderam ser observados imediatamente após a secagem e após o período de seis meses de armazenamento.

A perda de umidade das sementes, que ocorre no campo após a maturação fisiológica, é um processo bastante delicado, que influencia na qualidade tanto da semente como do grão para consumo e, por essa razão, já foi bastante estudado no passado. Araújo et al. (1984) observaram que sementes colhidas com maior teor de umidade foram mais sensíveis às temperaturas de secagem. Os efeitos negativos de períodos de hidratação e perda de umidade foram estudados por Aragão et al. (2000), os quais verificaram que os tratamentos de períodos e ciclos de hidratação influenciaram negativamente o desenvolvimento das plântulas, afetando o vigor das sementes.

É prática comum o uso de dessecantes para apressar a colheita e evitar a exposição das sementes às intempéries do campo, que causam a sua hidratação durante a noite e a perda de umidade durante o dia. Domingos et al. (1997) avaliaram a aplicação de dessecantes e verificaram os efeitos benéficos da antecipação da colheita na preservação da qualidade das sementes, determinando que o momento ideal para a aplicação do dessecante é quando a semente de feijão se encontra com 37% de umidade. A antecipação da colheita também foi estudada por Rios et al. (2002), porém com o objetivo de avaliar a perda de qualidade tecnológica de diversas cultivares de feijão para consumo. Eles não detectaram diferenças significativas no escurecimento de feijões colhidos em diferentes estágios de maturação. Concluíram também que o maior escurecimento do tegumento durante o armazenamento foi relacionado com a oxidação dos compostos fenólicos pelas enzimas peroxidase e polifenoloxidase.

Outra forma de diminuir as perdas de qualidade de sementes e grãos é colher o produto com umidade mais elevada, diminuindo assim seu tempo de

permanência no campo. Essa prática, contudo, cria a necessidade de secagem artificial das sementes e grãos após a colheita. Ahrens & Lollato (1997a) compararam os efeitos da secagem natural e em secadores intermitentes e verificaram maior rapidez no processo artificial, porém a taxa de sementes trincadas aumentou com esse tipo de secagem. As sementes expostas à secagem natural em terreiros mantiveram por nove meses o seu poder germinativo. Ahrens & Lollato (1997b) também estudaram a eficiência de secadores estacionários e intermitentes para sementes de feijão e concluíram que os primeiros não são eficientes na secagem de sementes com alto teor de umidade, pois promovem uma secagem muito mais lenta que os secadores intermitentes. Trigo et al. (1997), trabalhando com secagem de sementes de feijão com ar ambiente forçado, em Pelotas (RS), onde a umidade relativa do ar é quase sempre muito alta, verificaram que o processo é viável durante os meses de novembro a abril, quando a umidade relativa do ar não ultrapassa 70%.

A qualidade do feijão para consumo é grandemente influenciada pelas condições ambientais predominantes durante as diversas fases da produção. Carbonell et al. (2003), comparando a qualidade tecnológica de dezenove linhagens de feijão, identificaram uma alta interação genótipo x ambiente para estas características. Esta mesma influência do local de produção na qualidade tecnológica do feijão já tinha sido notada nos estudos de Hassan & Mubarak (1978), quando avaliaram nove genótipos diferentes de feijão para o enlatamento.

A secagem do feijão utilizando-se o ar natural insuflado na massa de grãos mostrou-se viável em experimentos conduzidos por Hellevang (2005), o qual preconiza o uso dessa prática para poder aproveitar os benefícios da colheita de grãos com umidade acima da necessária para um armazenamento seguro.

O uso da energia solar para secagem de feijão tem sido freqüentemente estudado na busca de soluções viáveis para os pequenos agricultores, pois são eles os responsáveis por grande parte da produção dessa leguminosa no mundo. Agona & Nahdy (1998) recomendaram o uso dessa prática somente quando o feijão é destinado para o consumo e quando o período de exposição não passar de duas horas no secador. Essa recomendação se baseia nos efeitos adversos que essa prática causou na viabilidade da semente, que resultou em emergência zero no feijão exposto por duas horas ou mais.

Vários são os fatores que podem afetar a qualidade das sementes e grãos armazenados. Entre eles, os principais são a umidade e a temperatura. Na busca de soluções para manter a qualidade, alguns equipamentos capazes de baixar a temperatura na massa de sementes ou grãos armazenados tem sido desenvolvidos e testados continuamente. Para a umidade, já há uma conscientização de que a colheita antecipada seguida da secagem é altamente benéfica. A diminuição da temperatura de armazenamento vem sendo utilizada, sempre que economicamente viável, para a manutenção da qualidade das sementes em regiões tropicais.

Mais recentemente, está sendo introduzido no mercado brasileiro um sistema de aeração a frio para sementes a granel, capaz de baixar a temperatura da massa de semente em 10°C, conforme apresentado por Bortolotto (2005). O sistema consiste na insuflação de ar, resfriado artificialmente, na massa de semente ou grão armazenado em silos. Segundo os produtores do sistema que leva o nome de "Cool Seed", dependendo das condições climáticas e da estrutura, a temperatura do produto pode permanecer estável por vários meses. Além do resfriamento estático acima descrito, os produtores do equipamento também indicam a possibilidade da sua utilização no resfriamento dinâmico, resfriando-se a semente quando ainda em movimento, antes do ensaque. Não foi encontrado na literatura nenhum trabalho realizado com feijão, mas, pela versatilidade do equipamento, pode-se esperar que o processo seja de muita utilidade na conservação do produto, tanto para sementes como para consumo.

Qualidade sanitária

A qualidade sanitária sempre foi uma preocupação na produção de sementes de feijão pelo grande número de doenças transmitidas pela semente. Benicio et al. (2003), avaliando a presença de fungos do gênero *Aspergillus* em amostras de sementes de feijão armazenadas em diversos locais do Estado da Paraíba, verificaram diferenças significativas na incidência desse fungo conforme a procedência das amostras.

A presença de fungos em sementes de feijão armazenadas também foi avaliada por Borém et al. (2000), que estudaram a possibilidade de controlar o seu desenvolvimento nos grãos de feijão e de outras espécies utilizando um equipamento denominado modificador da atmosfera. Entretanto, a porcentagem de fungos no ar de armazenamento aumentou em todos os tratamentos.

A ocorrência de patógenos na semente é altamente influenciada por fatores anteriores ao armazenamento, quando a semente se encontra ainda no campo. Vieira-Junior et al. (1998) e Rava et al. (2005) avaliaram diferentes sistemas de irrigação e concluíram que a irrigação por aspersão favorece a ocorrência de patógenos na semente, o que não ocorre quando se utiliza a irrigação por sulcos ou subirrigação.

Uma avaliação da incidência de patógenos em sementes de feijão-de-corda armazenados por pequenos produtores nos municípios de Petrolina (PE) e Joazeiro (BA) foi realizada por Torres et al. (1998), que identificaram os fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* como os mais frequentes nas amostras, além da presença de bactérias.

O feijão armazenado está também sujeito ao ataque de insetos que podem comprometer a qualidade do produto. Chipungahelo et al. (2005) estudaram os efeitos do ataque de *Zabrotis subfasciatus* (Boh) na germinação, desenvolvimento da planta e produtividade do feijoeiro. Os resultados indicaram que o plantio de sementes danificadas pelo inseto reduziu significativamente a germinação e o desenvolvimento das plantas e, como consequência, causaram um impacto negativo na produtividade. A presença do inseto também favoreceu o desenvolvimento de doenças fúngicas. Nchimbi-Msolla & Misangu (2005) verificaram que o grau de severidade no ataque desse inseto varia significativamente e depende das condições e do período de armazenamento. Os riscos de ataque têm sido o motivo que leva pequenos produtores da África a não produzirem quantidades de feijão acima daquelas que conseguem consumir ou comercializar imediatamente após a colheita.

Métodos tradicionais de evitar os insetos de armazenamento, como o uso de cinza, inseticidas ou outra barreira física, têm sido pouco eficientes, já que os grãos são infestados por insetos quando ainda no campo e os levam para o ambiente de armazenamento. Myers et al. (2005) verificaram que a proteína arcelina, que não é digerível pelo inseto, foi provavelmente excluída das cultivares melhoradas durante o processo de domesticação do feijoeiro, mas que pode ser perfeitamente reintroduzida em cultivares comerciais. A busca de soluções para diminuir o ataque de *Zabrotas* pode estar no melhoramento genético, através do cruzamento de materiais genéticos selvagens que possuem a proteína arcelina na sua composição.

O controle biológico tem sido outra forma utilizada no controle de muitos insetos que atacam o feijão no armazém. Schmale et al. (2002) estudou o potencial do parasitóide *Dinarmus basilis* em controlar insetos do gênero *Acanthocelides* no feijão armazenado. Os danos no feijão diminuíram em 90% após o período de 16 semanas de armazenamento, quando mel foi oferecido ao parasitóide como suplemento alimentar. As amostras de sementes de feijão foram coletadas durante três anos em comunidades de pequenos produtores na Colômbia.

Tratamento e embalagem

O tratamento das sementes de feijão destinadas ao armazenamento tem sido uma prática bastante comum, visando à manutenção das qualidades do produto. Gonçalves et al. (2005) avaliaram o tratamento das sementes com extrato de cravo-da-Índia (*Cariophyllus aromaticus*) em diversas concentrações e produtos químicos como Captan sozinho e misturado ao azeite-de-dendê (*Elaeis guanencis* L.). O mesmo estudo testou ainda dois tipos de embalagem para o armazenamento por seis meses em condições de ambiente. As sementes acondicionadas em embalagens metálicas foram predominantemente superiores às acondicionadas em sacos de algodão. Nas sementes tratadas com o extrato de cravo-da-Índia a 10%, não foi verificado o desenvolvimento de *Aspergillus flavus*, *Penicillium* spp e *Macrophomina phaseolina*. Entretanto, a semente exposta ao produto nessa concentração teve a velocidade de germinação reduzida. Todos os produtos utilizados reduziram a ocorrência de fungos durante o armazenamento.

Outra técnica mais recente utilizada em sementes é o seu revestimento com polímeros, com o objetivo de melhor fixar produtos, como inseticidas, micronutrientes, inoculantes, etc. sobre o tegumento da semente. Pires et al. (2004) avaliaram o efeito desse tipo de revestimento em sementes de feijão tratadas e armazenadas ao longo de um período de quatro meses. O revestimento com polímeros não prejudicou a eficiência dos diversos fungicidas testados.

A qualidade fisiológica da semente armazenada é muito influenciada pelo tipo de embalagem utilizada durante o período de armazenamento. Monteiro & Silveira (1982) estudaram o comportamento de sementes de feijão armazenadas em nove recipientes diferentes e constataram que a caixa de concreto foi o que pior manteve a qualidade fisiológica da semente, favorecendo também o desenvolvimento de microorganismos. A caixa de isopor foi o recipiente que melhor conservou o poder germinativo e a lata apresentou melhor controle de

microorganismos. Resultados similares foram obtidos por Gonçalves et al. (2005), evidenciando que sementes de feijão em embalagens metálicas foram predominantemente superiores às acondicionadas em sacos de algodão.

Alves & Lin (2003) testaram diversos tipos de embalagem para sementes de feijão. Em geral, as sementes armazenadas com um teor de umidade mais baixo mantiveram melhor a sua qualidade fisiológica, independente da embalagem utilizada. A manutenção do vigor foi melhor quando as sementes foram embaladas em saco de polietileno, com umidade inicial de 11%.

Necessidades futuras de pesquisa

Existem muitas evidências de que as condições ideais de armazenamento do feijão para ser utilizado como semente são similares àquelas que proporcionam a melhor manutenção das qualidades tecnológicas do feijão para consumo. Com o intuito de melhor compreender o processo de deterioração e também prever o comportamento do produto no armazém, investigadores das áreas de sementes e tecnologia de alimentos vêm desenvolvendo testes para essa finalidade. Santos et al. (2003) identificou uma alta correlação entre o teste de deterioração controlada e o teste de envelhecimento acelerado, para sementes de feijão. Uma nova linha de pesquisa deveria correlacionar testes desenvolvidos para avaliar a qualidade da semente e verificar a possibilidade de utilizá-los para avaliar a deterioração do grão para consumo. Testes como o de envelhecimento acelerado e o de condutividade elétrica poderão prever também o tempo de cocção do feijão armazenado e sua tendência ao escurecimento.

Outra área de investigação bastante promissora é a avaliação do processo "CoolSeed" para o armazenamento de sementes e grãos. A possibilidade de baixar a temperatura da massa de sementes de feijão seca e armazenada em silos ou mesmo resfriadas antes de serem ensacadas poderá ser mais uma opção para se manter a qualidade fisiológica das sementes de feijão, mesmo em condições tropicais. Entretanto, é ainda bastante promissora a utilização do referido equipamento para preservar a qualidade tecnológica do feijão para consumo. Um dos grandes problemas do feijão é o curto tempo de resistência dos grãos ao escurecimento e endurecimento durante o armazenamento. Tudo indica que o resfriamento da massa de grãos aumentaria o seu tempo de armazenamento, restando ainda a verificação da viabilidade econômica desse processo.

Referências Bibliográficas

AFONSO JÚNIOR, P. C.; CORRÊA, P. C. Efeitos imediato e latente da secagem de sementes de feijão colhidas com diferentes níveis de umidade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, p. 33-40, 2000. Edição Especial.

AGONA, J. A.; NAHDY, S. M. Effect of solar drying period of beans on seed viability, cooking time and injuriousness of *Acanthoscelides obtectus* Say. **African Crop Science Journal**, Grahamstow, v. 6, n. 4, p. 417-421, 1998.

AHRENS, D. C.; LOLLATO, M. A. Secagens ao sol e artificial de sementes de feijão: curvas de secagem e efeitos sobre a qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 19, n. 1, p. 22-27, 1997a.

AHRENS, D. C.; LOLLATO, M. A. Eficiência de secadores estacionário de fluxo radial e intermitente rápido: efeitos na qualidade de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 19, n. 1, p. 28-33, 1997b.

ALMEIDA, L. D'A. de; FALIVENE, S. M. P. Efeito da trilhagem e do armazenamento sobre a conservação de sementes de feijoeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 4, n. 1, p. 59-67, 1982.

ALVES, A. C.; LIN, H. S. Tipo de embalagem, umidade inicial e período de armazenamento em sementes de feijão. **Scientia Agrária**, Curitiba, v.4, n, 1/2, p. 21-26, 2003.

ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. C.; ALVES, E.; CAVARIANI, C.; NACAGAWA, J. Efeito de ciclos e de períodos de hidratação-secagem na germinação e no vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 22, n. 2, p. 72-77, 2000.

ARAÚJO, E. F.; SILVA, R. F.; SILVA, J. S. e; SEDIYAMA, C. S. Influência da secagem das vagens na germinação e no vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 6, n. 2, p. 97-110, 1984.

BASSINELLO, P. Z. Qualidade dos grãos. Disponível em:

< http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia4/AG01/arvore/AG01_2_28102004161635.html > . Acesso em: 20 dez. 2005.

BENÍCIO V.; ARAÚJO, E.; SOUTO, F. M.; SOUTO, F. M.; BENÍCIO, M. J.; FELISMINO, D. C. Identificação e características culturais de espécies do gênero *Aspergillus* isoladas de sementes de feijão no Estado da Paraíba. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 2, p. 180-183, mar./abr. 2003.

BORÉM, F. M.; SILVA, R. F. da; HARA, T.; MACHADO, J. C. Ocorrência de fungos no ar e em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) armazenadas em ambientes com equipamento modificador de atmosfera. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 195-202, jan./mar. 2000.

BORTOLOTTO, R. Resfriamento de sementes. **SeedNews**, Pelotas, v. 11, n. 6, p. 16-17, nov./dez. 2005.

CARBONELL, S. A. M.; CARVALHO, C. R. L.; PEREIRA, V. R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 369-379, 2003.

CARVALHO, N. M. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1980. 326 p.

CHIPUNGAHELO, M. S.; MISANGU, R. N.; REUBEN, S. O. W. M. The effect of sowing bruchid damaged bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds on germination, plant development and yield. In: BEAN SEED WORKSHOP, 2001, Arusha, Tanzania. **Proceedings...** Disponível em: < <http://sustainableseedsystems.wsu.edu/proceedings/Misangu.pdf> > . Acesso em: 16 dez. 2005.

DOMINGOS, P.; SILVA, A. A.; SILVA, R. F. Qualidade da semente de feijão afetada por dessecantes, em quatro estádios de aplicação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 19, n. 2, p. 275-282, 1997.

GONÇALVES, E. P.; ARAÚJO, E. ALVES, E. U.; COSTA, N. P. **Tratamento químico e natural sobre a qualidade fisiológica e sanitária em sementes de feijão**. Disponível em: < <http://www.unitau.br/prppg/publica/biocienc/downloads/tratamento-N1-2003.pdf> > . Acesso em: 10 dez. 2005.

HASSAN, M.S.; MUBARAK, A.; Processing quality of some dry bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars in the Sudan. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 84, p. 123-130, Oct. 1978.

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

MONTEIRO, M. R.; SILVEIRA, J. F. Comparação de recipientes para conservação de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 4, n. 2, p. 47-62, 1982.

MYERS, J. R.; DAVIS, J.; KEAN, D. Backcross breeding to introduce arcelin alleles into improved african bean cultivars. In: BEAN SEED WORKSHOP, 2001, Arusha, Tanzania. **Proceedings...** Disponível em: < <http://sustainableseedsystems.wsu.edu/proceedings/Myers.pdf> > . Acesso em: 16 dez. 2005.

NCHIMBI-MSOLLA, S.; MISANGU, R.N. Seasonal distribution of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) bruchid species in selected areas in Tanzania. In: BEAN SEED WORKSHOP, 2001, Arusha, Tanzania. **Proceedings...** Disponível em: < <http://sustainableseedsystems.wsu.edu/proceedings/Nchimba.pdf> > . Acesso em 16 dez. 2005.

PIRES, L. L.; BRAGANTINI, C.; COSTA, J. L. da S. Armazenamento de sementes de feijão revestidas com polímeros e tratadas com fungicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 7, p. 709-715, jul. 2004.

POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1977. 289 p.

RAVA, C. A.; VIEIRA, E. H. N.; MOREIRA, G. A. Qualidade fisiológica de sementes de feijão produzidas em várzeas tropicais irrigadas por subirrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO - CONAFE, 8., 2005, Goiânia. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. v. 2, p. 739-742. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 182).

RIOS, A. O.; ABREU, C. M. P.; CORREA, A. D. Efeitos da época de colheita e do tempo de armazenamento no escurecimento do tegumento do feijão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 3, p. 550-558, 2002.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 27, n. 1, p. 104-114, 2005.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Teste de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 25, n. 2, p. 28-35, 2003.

SCHMALE, I.; WACKERS, F. L.; CARDONA, C.; DORN, S. Field infestation of *Phaseolus vulgaris* by *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae), parasitoid abundance, and consequences for storage pest control. **Environmental Entomology**, College Park, v. 31, n. 5, p. 859-863, Oct. 2002.

SKOWRONSKI, L.; GIÚDICE, M. P. del; BORÉM, A.; CARNEIRO, G.E.S.; DIAS, D.C.F. dos S.; CECON, P.R. Qualidade fisiológica de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*) colhidas em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 45-50, jan./jun. 2004.

SMITH, J. A.; HOLMAN, A. S. **On-farm storage of dry edible beans**: a survey of Nebraska growers and storage guidelines. University of Nebraska Cooperative Extension EC99-794-B. Disponível em: < <http://ianrpubs.unl.edu/fieldcrops/ec794.htm> >. Acesso em: 10 dez. 2005.

TORRES, S. R.; PEIXOTO, A. R.; CARVALHO, I. M. S. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão-massaroca (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 20, n. 2, p. 245-248, 1998.

TRIGO, M. F. O. O.; BICCA, F. M.; TRIGO, L. F. N.; ASSIS, F. N. Estimativa do número de horas diárias favoráveis à secagem de sementes com ar ambiente forçado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 19, n. 2, p. 225-229, 1997.

VIEIRA, E. H. N.; BASSINELLO, P. Z.; MELO, L. C.; MOREIRA, G. A.; PEIXITO, D.; GLODER, E. L. **Avaliação da qualidade tecnológica do feijão armazenado em Silobolsa**. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO – CONAFE, 8., 2005, Goiânia. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. v. 2, p. 681-683. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 182).

VIEIRA-JUNIOR, P. A.; DOURADO-NETO, D.; SMIDERLE, O. J.; CICERO, S. M. Efeitos de métodos de irrigação sobre a produção e a qualidade de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 20, n. 1, p.100-105, 1998.

WALTERS, C. T.; ROOS, E. E. Saving seeds for the long term. **Agricultural Research**, Washington, v. 46, n. 9, p. 12-13, Sept. 1998.