

## CONSERVAÇÃO DE TRÊS GENÓTIPOS DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) DO GRUPO CARIOCA EM ARMAZENAMENTO REFRIGERADO E EM ATMOSFERA CONTROLADA

### CONSERVATION OF THREE BEAN GENOTYPES (*Phaseolus vulgaris* L.) OF THE GROUP CARIOCA IN COLD STORAGE AND CONTROLLED ATMOSPHERE

Auri Brackmann<sup>1</sup> Daniel Alexandre Neuwald<sup>2</sup> Nerinéia Dalfollo Ribeiro<sup>3</sup>  
Sérgio Tonetto de Freitas<sup>2</sup>

#### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito do armazenamento refrigerado (AR) e de atmosfera controlada (AC), sobre a cor do tegumento, germinação, umidade do grão, ocorrência de pragas e facilidade de cozimento de três genótipos de feijão do grupo carioca ('Carioca', 'Pérola' e a linhagem M91-012). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições, com os seguintes tratamentos: ar em temperatura ambiente (convencional); armazenamento refrigerado a 0°C (AR); fluxo de N<sub>2</sub> 1,1ℓ.h<sup>-1</sup> (AC em temperatura ambiente). Após 9 e 19 meses de armazenamento, a cor do tegumento dos três genótipos de feijão apresentou o mesmo comportamento, sendo que o fluxo de N<sub>2</sub> manteve a coloração do tegumento mais clara (L\*) e o ar ambiente ocasionou maior escurecimento do tegumento dos grãos. A cv. Carioca armazenada em ar ambiente apresentou a menor germinação aos 9 meses. Já na segunda avaliação (19 meses), verificou-se menor germinação para os três genótipos no armazenamento convencional. A umidade do grão diminuiu em todos os genótipos em AC. Somente ocorreu dano por insetos no feijão armazenado em ar ambiente, sendo significativo apenas na cv. Carioca após 9 meses e, após 19 meses, foi significativo para os três genótipos. Os menores tempos de cozimento para o feijão foram obtidos com o armazenamento em AC e AR a 0°C.

**Palavras-chave:** qualidade, sementes, tempo de cozimento.

#### SUMMARY

The objective of this work was to evaluate the effect of cold storage (CS) and controlled atmosphere (CA) on quality

of three pinto bean genotypes ('Carioca', 'Pérola' and the lineage M91-012). The treatments applied in a completely randomized design with three replicats were: ambient temperature (conventional); cold storage at 0°C (CS) and controlled atmosphere with a 1.1ℓ.h<sup>-1</sup> flow of N<sub>2</sub> (CA). After 9 and 19 months of storage, the tegument color of the three genotypes presented the same behavior. CA conditions resulted in a lighter the tegument color (L\*) while at ambient temperature tegument color was darker. The cv. Carioca stored at ambient temperature presented the smallest germination after 9 months of storage, and after 19 months, the three bean genotypes had the lowest germination rates, when kept at ambient temperature. The humidity of all bean genotypes decreased when stored in CA. Insects only damaged pinto beans stored at ambient temperature. Percentages of losses were only significant cv. Carioca after 9 months. After 19 months the losses due to insects were significant for all pinto bean genotypes stored at ambient temperatures. The shortest cooking times were obtained with CA and CS.

**Key words:** quality, seeds, cooking time.

#### INTRODUÇÃO

O Brasil, maior produtor mundial de feijão (EMBRAPA/CNPAF, 1994) e com alto consumo per capita, necessita do armazenamento para que o produto esteja disponível ao consumidor durante o ano todo, para evitar a escassez na entressafra e diminuir a oscilação de preços no mercado.

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (UFSM), 97105-900. E-mail: brackman@ccr.ufsm.br. Autor para correspondência.

<sup>2</sup>Acadêmico do Curso de Agronomia, UFSM. Bolsista PIBIC/CNPq.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutora, Professora, UFSM.

Após a colheita, a respiração e outros processos metabólicos de grãos continuam ativos, ocasionando, na maioria das vezes, perdas significativas de qualidade. Estes processos podem ser diminuídos e/ou retardados através da redução da umidade, que é a forma mais usada comercialmente para prolongamento do tempo de conservação. Mas mesmo com uso de baixa umidade, os grãos perdem qualidade devido à perda de peso e consumo de energia pelo processo respiratório, pelo aumento de rachaduras e ocorrência de pragas e fungos. Além disso, após um longo período de armazenamento ainda pode aumentar a dificuldade de cozimento do feijão, diminuir a germinação e ocorrer escurecimento do tegumento de feijão claro, do tipo carioca, depreciando enormemente seu valor comercial.

Segundo JAYAS *et al.* (1991), a atmosfera controlada (AC) ou modificada (AM), que se baseia na alteração da composição dos gases da atmosfera, ou seja, redução na concentração de oxigênio e elevação nas concentrações de nitrogênio e dióxido de carbono, evita o crescimento de mofo e a presença de insetos, preservando a qualidade dos grãos e mantendo a germinação. A atmosfera controlada também é considerada uma alternativa em substituição ao uso de produtos químicos para o controle de insetos em produtos armazenados (NICOLAS & SILLANS, 1989; JAYAS *et al.*, 1991).

O escurecimento do feijão no armazenamento está relacionado com a suscetibilidade da cultivar (BURR *et al.*, 1968). Conforme SARTORI (1982), o escurecimento do tegumento não é devido à reação química do tipo Maillard, pois não se verifica acentuado escurecimento em temperatura elevada (25°C) na ausência de oxigênio, mas sim está relacionado à oxidação enzimática, que depende da presença de oxigênio para reação de compostos fenólicos pela polifenoxidase. No entanto, IADEROZA *et al.* (1989) afirmam que a alteração na coloração e nos compostos fenólicos não é devido a reações enzimáticas. O armazenamento ao ar em temperatura ambiente aumenta o escurecimento do tegumento, mas este também é influenciado pelo teor de umidade, temperatura e o período de armazenamento (BURR *et al.*, 1968; SARTORI, 1982; IADEROZA *et al.*, 1989).

A maneira como os grãos são armazenados influencia o endurecimento do tegumento e dos cotilédones e, conseqüentemente, o tempo de cozimento. As condições que proporcionam maior endurecimento dos grãos são

alta umidade e temperatura (BURR *et al.*, 1968; SIEVWRIGHT & SHIPE, 1986).

GOODESELL *et al.* (1955) demonstraram que sementes armazenadas em ar germinam relativamente menos, quando comparadas com sementes armazenadas em baixo O<sub>2</sub>. Também NEUWALD *et al.* (1999) verificaram que, após 14 meses de armazenamento, a cv. FT Bonito manteve maior germinação, menor escurecimento do tegumento, além de baixo tempo de cozimento, em baixa concentração de O<sub>2</sub> ou baixa temperatura (0,5°C), quando comparado com ar em temperatura ambiente.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar as diferentes condições de armazenamento sobre a germinação e conservação da qualidade do feijão do grupo carioca, cvs. Carioca e Pérola e a linhagem M91 - 012.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita (NPP) do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS. O feijão do grupo carioca cvs. Carioca e Pérola e a linhagem M91-012 foram produzidas pelo Setor de Melhoramento Vegetal deste departamento. As amostras experimentais com 3kg, repetidas três vezes, foram armazenadas em minisilos de 5ℓ.

Os tratamentos avaliados foram: ar em temperatura ambiente (convencional); armazenamento refrigerado a 0°C (AR) e atmosfera controlada (AC) em temperatura ambiente por meio de fluxo contínuo de N<sub>2</sub> de 1,1ℓ.h<sup>-1</sup>, nos genótipos de feijão, cvs. Carioca e Pérola e a linhagem M91 - 012.

O monitoramento da temperatura foi realizado diariamente utilizando-se termômetros de mercúrio, havendo uma oscilação de ±0,2°C. O fluxo de N<sub>2</sub> passava por registro, o qual foi regulado diariamente através de um fluxômetro. Esporadicamente foram medidas as pressões parciais de O<sub>2</sub> que ficou em 0,5kPa e o CO<sub>2</sub> abaixo de 0,03kPa na saída do fluxo dos minisilos.

O gás nitrogênio (99,5% de N<sub>2</sub>), com uma UR abaixo de 5%, foi produzido com um gerador fabricado pela empresa JANUS & PERGHER, que retira o N<sub>2</sub> do ar atmosférico pelo princípio de peneira molecular ("Pressure Swing Adsorption - PSA"). As avaliações do experimento foram feitas após 9 e 19 meses de armazenamento. Após a retirada de uma amostra de 1kg de cada minisilo, estas foram avaliadas quanto à cor do tegumento, à

germinação das sementes, ao grau de umidade, aos grãos danificados por insetos e ao tempo de cozimento.

As metodologias utilizadas para as variáveis avaliadas foram:

#### Cor do tegumento

Foi avaliada com um colorímetro, marca MINOLTA, modelo CR-310, que faz a leitura de cores num sistema tridimensional avaliando a cor em três eixos. O eixo vertical "L" avalia a cor da amostra do preto ao branco, o eixo "a" da cor verde ao vermelho e o eixo "b" da cor azul ao amarelo. Foram feitas 10 determinações em cada amostra, as quais foram colocadas em um recipiente de 22cm de diâmetro e 3cm de altura no qual o feijão cobria completamente o fundo do recipiente. A amostra foi medida em uma área de 19,6cm<sup>2</sup>.

#### Germinação

O teste de germinação foi conduzido de acordo com as regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992) para pesquisa, utilizando-se 200 sementes distribuídas em quatro repetições de 50. Como substrato, foi utilizado rolo de papel toalha. Foram colocadas três folhas de papel, duas na base e uma em cobertura. O papel foi previamente umedecido com água destilada em quantidade equivalente a três vezes o peso do substrato. Utilizaram-se germinadores a uma temperatura de 25°C e UR próximo do 100%. As avaliações foram feitas no quinto dia após a semeadura em laboratório e o resultado expresso em percentagem média de plântulas normais.

#### Determinação do grau de umidade

O grau de umidade dos grãos foi determinado com base no peso úmido, pelo método de estufa a alta temperatura constante, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Foram utilizadas duas sub-amostras de 5g peso úmido, que foram colocadas em estufas a uma temperatura constante de 105°C, com oscilações possíveis de ±3°C, durante um período de 24 horas. As sub-amostras foram novamente pesadas depois de secas.

O teor de umidade da semente foi calculado através da seguinte fórmula:

$$\% U = \frac{PU - PS}{PU - T} \times 100$$

onde: PU = peso úmido + recipiente; PS = peso seco + recipiente; T = tara (recipiente).

#### Grãos danificados por insetos

Seis amostras de 100 grãos foram retiradas dos minisilos, e analisadas quanto ao dano por insetos, *Acanthoscelides obtectus*. Os resultados foram expressos em percentagem.

#### Tempo de Cozimento

Conforme o método descrito por MORRIS *et al.* (1950), utilizou-se um aparelho de Mattson modificado, no qual eram colocados 25 grãos. Os grãos foram previamente imersos em água destilada em torno de 8 horas. O aparelho foi levado a uma panela com 2 litros de água fervendo, onde os grãos ficaram imersos na água e não encostavam no fundo nem na lateral da panela. Foi marcado o tempo que levavam para cair metade das varetas mais uma, ou seja, 13 varetas. A água foi mantida no nível de 2ℓ, com reposição constante de água fervente. Utilizou-se água destilada para não ter interferência de sais no cozimento do feijão.

Os dados dos experimentos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro. Dados expressos em percentagem foram transformados pela fórmula  $\text{arc. sen } \sqrt{x}$  antes da análise da variância.

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

A cor do tegumento (Tabela. 1) mostrou o mesmo comportamento para os três genótipos de feijão nas duas avaliações, sendo que, na atmosfera controlada, manteve-se quase que inalterada após 9 e 19 meses de armazenamento. Nas cultivares Carioca e Pérola, a AC manteve a cor mais clara, seguido pelo AR. O resultado concorda com os obtidos por SARTORI (1982), que constatou que a alteração da cor está relacionada com a oxidação de fenóis. LUH & PHITHAKPOL (1972) também encontraram, em cultivares de feijão com tegumento colorido, que inclui o tipo carioca, alto teor de tanino, que pode ser oxidado pela catecol-oxidase na presença de oxigênio. O armazenamento ar ambiente resultou em maior escurecimento do tegumento. Provavelmente a temperatura elevada deve acelerar as oxidações enzimáticas, assim como a luz, o que já foi observado por IADEROZA *et al.* (1989). A linhagem M91 – 012 não mostrou diferença entre atmosfera controlada e baixa temperatura aos 9 meses. Porém, na segunda avaliação, aos 19 meses de armazenamento, foi determinada diferença estatística significativa, sendo que os três genótipos apresentaram o mesmo comportamento. NEUWALD *et al.* (1999)

Tabela 1 – Cor do tegumento de três genótipos armazenados durante 9 e 19 meses em diferentes condições ambientais. Santa Maria – RS, 2000.

Cultivar ou Linhagem	Condição de Armazenamento	Cor inicial			Cor após 9 meses			Cor após 19 meses		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Carioca	Convencional	54,4	7,0	14,6	45,1 c**	11,0 a	17,3 a	42,7 c	12,3 a	17,8 a
	AR	54,4	7,0	14,6	50,6 b	8,2 b	14,7 c	48,0 b	10,3 b	15,9 c
	AC	54,4	7,0	14,6	53,1 a	7,8 c	16,1 b	54,0 a	08,1 c	16,7 b
Pérola	Convencional	55,8	6,5	15,5	43,8 c	9,7 a	16,3 a	42,6 c	12,5 a	18,7 a
	AR	55,8	6,5	15,5	51,7 b	6,7 b	14,6 c	50,8 b	09,4 b	15,7 b
	AC	55,8	6,5	15,5	54,0 a	6,9 b	15,9 b	54,5 a	07,7 c	16,8 c
M91 - 012	Convencional	52,0	9,0	17,4	43,4 b	11,6 a	17,7 a	40,9 c	13,6 a	18,5 a
	AR	52,0	9,0	17,4	49,3 a	9,4 b	16,3 b	46,6 b	11,2 b	16,8 c
	AC	52,0	9,0	17,4	50,8 a	9,6 b	17,6 b	50,9 a	10,1 b	18,1 b

\*\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan.

L\* O valor L\* varia do preto ao branco.

a\* O valor a\* varia do verde ao vermelho.

b\* O valor b\* varia do azul ao amarelo.

observaram que AC e AR mantêm coloração mais clara que o ar em temperatura ambiente.

Em relação à germinação (Tabela. 2) da cultivar Carioca, os tratamentos que apresentaram maiores percentuais foram AC e AR. A cultivar Pérola e a linhagem M91 –012 mantiveram o mesmo comportamento da cultivar Carioca, porém sem diferença estatística entre as condições de armazenamento aos 9 meses. Entretanto, aos 19 meses foi significativa a diferença nas taxa de germinação. A baixa germinação no armazenamento convencional deve-se, principalmente, ao intenso ataque de inseto desde a primeira avaliação. NEUWALD *et al.* (1999) e GOODESELL *et al.* (1995) também já observaram maior germinação no armazenamento em nitrogênio ou em AC com baixo O<sub>2</sub> comparados com o armazenamento ao ar em temperatura ambiente.

A umidade dos grãos (Tabela. 2), determinada aos nove meses de armazenamento, foi estatisticamente diferente entre as condições de armazenamento nos três genótipos. A cultivar Carioca apresentou maior umidade no tratamento convencional, provavelmente devido à liberação de água do processo respiratório dos insetos, que atacaram os grãos. Já na ‘Pérola’ apresentou maior umidade no armazenamento refrigerado, o que pode ser explicado pelo menor déficit de pressão de vapor na condição de baixa temperatura. A AC proporcionou a menor umidade devido ao constante fluxo de N<sub>2</sub> com baixíssima umidade relativa (<5%). Aos 19 meses, observou-se comportamento semelhante para os três genótipos, porém houve um acentuado aumento na umidade dos grãos em AR.

Quanto aos grãos danificados por insetos (Tabela. 2) na cultivar Carioca, houve diferença

estatística entre as condições de armazenamento, sendo que o ataque ocorreu apenas no armazenamento convencional. Na cultivar Pérola e linhagem M91-012, também se observou o ataque apenas no armazenamento convencional sem grande expressão, na primeira avaliação, como na cv. Carioca, porém aos 19 meses houve diferença significativa e o ataque foi severo. JAYAS *et al.* (1991) também verificaram que, em AC, evita-se a presença de insetos.

O tempo de cozimento (Tabela. 2) nas cultivares Carioca e Pérola e linhagem M91-012 foi semelhante. Foi necessário um menor tempo de cozimento para feijão armazenados em AC e AR em ambas as avaliações. NEUWALD *et al.* (1999) também verificaram que a armazenagem de feijão em AR e AC mantêm menor tempo de cozimento, comparado com o armazenamento em ar ambiente. BURR *et al.* (1968); SIEVWRIGHT & SHIPE, (1986) observaram que quando aumenta a temperatura de armazenamento, eleva-se o tempo de cozimento. Para a cv. Carioca, no armazenamento convencional, não foi possível fazer a avaliação aos 19 meses, pois o feijão foi severamente danificado pelos ataques de insetos.

## CONCLUSÃO

O armazenamento em atmosfera controlada, através da utilização de fluxo contínuo de nitrogênio, ou o armazenamento refrigerado a 0°C, mantêm a qualidade do feijão das cultivares Carioca e Pérola e da linhagem M91-012 por até 19 meses de armazenamento.

O armazenamento em AC e AR proporcionam manutenção da cor clara do

Tabela 2 - Qualidade do feijão armazenado durante 9 e 19 meses em diferentes condições ambientais. Santa Maria, RS, 2000.

Cultivar ou linhagem	Condição de armazenamento	Nove meses de armazenamento				Dezenove meses de armazenamento			
		Germinação	Umidade	Grãos danificados por insetos	Tempo de cozimento	Germinação	Umidade	Grãos danificados por insetos	Tempo de cozimento
		(%)	(%)	(%)	(min)	(%)	(%)	(%)	(min)
Carioca	Convencional	45,0 b*	14,5 a	40,7 a	35 a	00,0 b	21,6 a	100 a	---
	AR	62,0 a	13,7 b	0,0 b	25 b	56,5 a	20,4 b	0 b	38 a
	AC	66,0 a	7,7 c	0,0 b	26 b	59,5 a	06,7 c	0 b	35 a
Pérola	Convencional	58,5 a	13,7 b	0,3 a	35 a	08,5 b	14,3 b	100 a	85 a
	AR	59,0 a	14,2 a	0,0 a	23 b	55,0 a	21,0 a	0 b	40 b
	AC	60,5 a	8,8 c	0,0 a	27 b	57,5 a	08,6 c	0 b	37 b
M91-012	Convencional	52,0 a	13,7 a	0,3 a	39 a	05,5 b	20,9 a	100 a	104 a
	AR	59,5 a	13,7 a	0,0 a	25 b	55,5 a	20,4 a	0 b	60 b
	AC	55,0 a	7,7 b	0,0 a	29 b	53,0 a	07,5 b	0 b	43 b

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan.

tegumento, maior percentual de germinação, menor tempo de cozimento, controle total de insetos, sendo que AC reduziu a umidade dos grãos durante o armazenamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura do abastecimento e da Reforma Agrária. Secretária Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília - DF; 1992. 365p.
- BURR, K.H., KON, S., MORRIS, H.J. Cooking rates of dry beans as influenced by moisture content, temperature and time of storage. **Food Technology**, Chicago, v.22, p.336-338, 1968.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa Arroz e Feijão. **O cultivo do feijão: Recomendações Técnicas**. Brasília, 1994. 83p.
- GOODSELL, S.F., HUEY, G., ROYCE, R. The effect of moisture and temperature during storage on cold test reactions of *Zea mays* seed stored in air, carbon dioxide, or nitrogen. **Agronomy Journal**, Madison, v.47, p.61-64, 1955.
- IADEROZA, M., SALES, A.M., BALDINI, V.L.S., *et al.* [Polyphenoloxidase activity and changes in colour and condensed tannin contents in nine bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars during storage]. Atividade de polifenoloxidase e alterações da cor e dos teores de taninos condensados em novas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) durante o armazenamento. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, p.154-164, 1989.
- JAYAS, D.S., KHANGURA, B., WHITE, N.D.G. Controlled atmosphere storage of grains. **Postharvest News and Information**, London, v.2, n.6, p.422-427, 1991.
- LUH, B.S., PHIITHAKPOL, B. Characteristics of polyphenoloxidase related to browning in cling peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, v.37, p.264, 1972.
- MORRIS, H.J., OLSON, R.L., BEAN, R.C. Processing quality of varieties and strains of dry beans. **Food Technology**, Chicago, v.4, p.247-251, 1950.
- NEUWALD, D.A., BRACKMANN, A., MEDEIROS, E.A., *et al.* Feijão cv. FT Bonito armazenado em atmosfera inertizada e controlada. In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 14, 1999, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria : UFSM, 1999. p.670.
- NICOLAS, G., SILLANS, D. Immediate and latent effects of carbon dioxide on insects. **Annual Review Entomology**, Palo Alto, v.34, p.97-117, 1989.
- SARTORI, M.R. **Technological quality of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) stored under nitrogen**. Manhattan, USA, 1982. 92p. PhD. Dissertation (Grain Science). - Department of Grain Science and Industry, Kansas State University, 1982.
- SIEWRIGHT, C.A., SHIPE, W.F. Effect of storage conditions and chemical treatments on firmness, in vitro protein digestibility, condensed tannins, phytic acid and divalent cations of cooked black beans (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Food Science**, Chicago, v.51, p.982-987, 1986.