

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA  
EM ATMOSFERA MODIFICADA E CONTROLADA E  
EXPOSIÇÃO AOS RAIOS UV**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Wanderlei Linke Junior**

**Santa Maria, RS, Brasil.**

**2014**

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA  
EM ATMOSFERA MODIFICADA E CONTROLADA  
E EXPOSIÇÃO AOS RAIOS UV**

**Wanderlei Linke Junior**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**

**Orientador: Prof. Dr. Auri Brackmann**

**Santa Maria, RS, Brasil.**

**2014**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Linke Junior, Wanderlei

Armazenamento de sementes de soja em atmosfera modificada e controlada de silos e exposição a Raios UV. / Wanderlei Linke Junior. -2014.

61 p.; 30cm

Orientador: Auri Brackmann

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2014

1. Oxigênio 2. Gás carbônico 3. Germinação 4. Pós-colheita 5. Glicine max (L.) Merrill I. Brackmann, Auri II. Título.

---

© 2014

Todos os direitos autorais reservados a Wanderlei Linke Junior. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: wandolinke@hotmail.com

---

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a  
Dissertação de Mestrado

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA EM  
ATMOSFERA MODIFICADA E CONTROLADA  
E EXPOSIÇÃO AOS RAIOS UV**

elaborada por  
**Wanderlei Linke Junior**

como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Mestre em Agronomia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

  
**Auri Brackmann, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

  
**Ubirajara Russi Nunes, Dr. (UFSM)**

  
**Geri Eduardo Meneghello, Dr. (UFPEL)**

Santa Maria, 27 de fevereiro de 2014.

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós Graduação em Agronomia  
Centro de Ciências Rurais  
Universidade Federal de Santa Maria

### **ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA EM ATMOSFERA MODIFICADA E CONTROLADA E EXPOSIÇÃO AOS RAIOS UV**

Autor: Wanderlei Linke Junior  
Orientador: Prof. Dr. Auri Brackmann  
Local e Data da Defesa: Santa Maria, 27 de fevereiro de 2014

A conservação de sementes de soja de alta qualidade no Brasil pode ser afetada pelo clima da região e manejo durante a entressafra. Deste modo este trabalho objetivou avaliar técnicas de armazenamento de soja conservada em alta temperatura, como ocorre em regiões do centro-oeste do país, com a exposição das sementes à radiação ultravioleta, armazenamento em atmosfera modificada e controlada com injeção de gases inertes nos silos. Utilizou-se as cultivares de soja ‘BMX Potência RR’ e ‘NA 5909 RR’, que foram armazenadas em minisilos de 20 L por seis meses a 25°C e umidade relativa do ar de 60%. Os seguintes tratamentos foram avaliados: testemunha (minisilo aberto); atmosfera controlada (AC): 1 kPa de O<sub>2</sub> + 0 kPa de CO<sub>2</sub>; 1 kPa de O<sub>2</sub> + 30 kPa de CO<sub>2</sub>; 7 kPa de O<sub>2</sub> + 50 kPa de CO<sub>2</sub>; exposição à radiação UV-B e à radiação UV-C. A qualidade das sementes foi avaliada no início e após o período de seis meses de armazenamento quanto aos seguintes parâmetros: teor de água nas sementes; germinação; condutividade elétrica; emergência de plântulas a campo e análise sanitária. O teor de água das sementes diminuiu em todos os tratamentos durante o armazenamento. O tratamento AC com pressões parciais de 1 kPa O<sub>2</sub> + 30 kPa CO<sub>2</sub> foi a única condição que manteve a germinação das sementes acima de 80%, diferindo da testemunha nas duas cultivares. A alta incidência de *Aspergillus flavus* não prejudicou a germinação das sementes armazenadas em AC, esta técnica pode ser uma alternativa ao armazenamento convencional e refrigerado para o período da entressafra da cultura da soja em regiões de clima quente. O uso do alto CO<sub>2</sub> e da radiação UV inibiu o desenvolvimento de *Penicillium* spp e a alta incidência de *Aspergillus flavus* também inibiu o desenvolvimento daquele fungo.

**Palavras-chave:** Oxigênio. Gás carbônico. Germinação. Pós-colheita. *Glicine max* (L.) Merrill.

## ABSTRACT

Master's Degree Dissertation  
Agronomy Post-graduate Program  
Rural Science Center  
Federal University of Santa Maria

### STORAGE OF SOYBEANS IN SILOS WITH CONTROLLED AND MODIFIED ATMOSPHERE AND EXPOSURE TO UV RAYS

Author: Wanderlei Linke Junior

Advisor: Prof. Auri Brackmann, Ph.D.

Local and Date of the Defense: Santa Maria, February, 27, 2014.

The preservation of high quality soybeans seeds in Brazil can be affected by the region's climate and its handling during the off-season. Therefore, this work aimed to evaluate storage techniques of soy preserved in high temperature, as occurs in Midwestern regions of the country, with the exposure of soybeans seeds to ultraviolet radiation, storage in the controlled and modified atmosphere with an injection of inert gases in a silo. The 'BMX Potency RR' and 'NA 5909 RR' cultivars were stored in 20L mini bulk for six months at a temperature of 25°C and relative air humidity of 60%. The following treatments were evaluated: control (open mini silo); controlled atmosphere (CA); 1 kPa of O<sub>2</sub> + 0 kPa of CO<sub>2</sub>; 1 kPa of O<sub>2</sub> + 30 kPa of CO<sub>2</sub>; 7 kPa of O<sub>2</sub> + 50 kPa of CO<sub>2</sub>; exposure to UV-B and UV-C radiation. The quality of the soybeans seeds was assessed at the beginning and after a period of six months of storage by the following parameters: seeds water content; germination; electrical conductivity; seedling emergence on field and sanitary analysis. The soybeans seeds water content decreased in all of the treatments during the storage. The CA treatment with partial pressures of 1 kPa O<sub>2</sub> + 30 kPa CO<sub>2</sub> was the only condition that kept the soybean seeds germination above 80%, differing from the control treatment in both cultivars. The high incidence of *Aspergillus flavus* did not damage the germination of soybeans seeds stored in CA. This technique could be an alternative to the conventional and cool storage in hot regions during the soy crop off-season. The use of high CO<sub>2</sub> levels and the UV radiation inhibited the development of *Penicillium* spp; the high incidence of *Aspergillus flavus* also inhibited the development of this fungus.

**Key-words:** Oxygen. Carbon dioxide. Germination, Post harvest. *Glicine max* (L.) Merrill.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 ARTIGO 1 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA CV. ‘BMX POTÊNCIA RR’ EM ATMOSFERA MODIFICADA E CONTROLADA E EXPOSIÇÃO AOS RAIOS UV .....</b>	<b>16</b>
2.1 Resumo .....	16
2.2 Abstract.....	17
2.3 Introdução .....	18
2.4 Material e Métodos .....	20
2.5 Resultados e Discussão.....	23
2.6 Conclusão .....	25
2.7 Referências .....	25
<b>3 ARTIGO 2 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA CV. ‘NA 5909 RR’ EM ATMOSFERA MODIFICADA E CONTROLADA E EXPOSIÇÃO AOS RAIOS UV .</b>	<b>30</b>
3.1 Resumo .....	30
3.2 Abstract.....	31
3.3 Introdução .....	33
3.4 Material e Métodos .....	37
3.5 Resultados e Discussão.....	41
3.6 Conclusão .....	48
3.7 Referências .....	49
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>56</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>58</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>59</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa o 2º lugar na produção mundial de soja [*Glicine max* (L.) Merrill] ficando atrás somente dos EUA 89,5 milhões de t (USDA, 2014). No ano de 2013 foram semeados 109,1 milhões de hectares da cultura no Mundo e colhidos 268,3 milhões de toneladas de grãos de soja (USDA, 2014). No Brasil a produção de soja em 2013 chegou a 82 milhões de toneladas em uma área de 27,7 milhões de hectares, sendo a cultura mais explorada no país, que ainda continua crescendo devido ao valor atraente pago ao produtor.

Com investimentos em pesquisa ocorreu a tropicalização da soja, permitindo pela primeira vez na história que a soja fosse cultivada com sucesso em regiões de baixas latitudes entre o trópico de capricórnio e a linha do equador. Essa conquista dos cientistas brasileiros revolucionou a história mundial da soja e seu impacto começou a ser notado pelo mercado a partir do final da década de 80 e, mais notoriamente, na década de 90, quando os preços do grão começaram a subir (EMBRAPA, 2004). Assim o Centro-oeste brasileiro foi ganhando destaque na produção da soja sendo hoje o maior produtor com 12,8 milhões de hectares e uma produção de 39,4 milhões de toneladas. Somente o estado do Mato Grosso semeou 7,9 milhões de hectares, produzindo 24,4 milhões de toneladas de grãos, adquirindo a primeira posição em área e produção da cultura. O Rio Grande do Sul contribui com 4,7 milhões de hectares e uma produção de 12,4 milhões de toneladas (IBGE, 2013).

O desenvolvimento da planta de soja é dividido em crescimento vegetativo e reprodutivo, sendo influenciado pela temperatura, altitude, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica, tipo de solo e fotoperíodo (SEDIYAMA et al., 1996). Cultivares semeadas próximas aos trópicos, como na região sul, onde tem se um fotoperíodo maior ou igual ao crítico, possuem o período juvenil curto, o que permite perceber o estímulo para indução floral a partir do estágio de desenvolvimento V2 (Escala de FEHR et al., 1971), não afetando o crescimento e a produtividade (SEDIYAMA et al., 2005). Já cultivares semeadas próximas à linha do equador, como na região Centro-oeste, possuem o período juvenil longo não respondendo ao fotoperíodo, estando aptas ao florescimento a partir do estágio V5 (Escala de FEHR et al., 1971). Desta maneira as plantas atingem maior altura, maior peso de grão e produtividade (SEDIYAMA et al., 2005).

Na soja, o desenvolvimento da semente ocorre devido a mudanças no óvulo e no ovário, após a fecundação, resultando na formação da semente madura, capaz de originar uma



nova planta (SEDIYAMA et al.,1981). Até a maturação completa das sementes, estas passam por alterações de matéria seca, teor de umidade, tamanho, germinação, vigor e composição química (DELOUCHE, 1971). Durante esta fase do desenvolvimento a planta está exposta às condições ambientais quando já ocorre o processo de deterioração influenciado pela umidade relativa, temperatura, ação de insetos e microorganismos, ocorrendo à aceleração do processo respiratório com a oxidação das substâncias de reserva que pode reduzir o peso das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

De acordo com Nogueira & Sediyaama (2013), as sementes alcançam a maturidade fisiológica quando atingem o máximo acúmulo de matéria seca, com umidade em torno de 60% (ponto máximo de germinação e vigor), apresentando todas as partes necessárias para gerar uma nova planta vigorosa, mas neste momento a colheita destas sementes não pode ser realizada pelo fato das plantas ainda estarem com folhas e haste verde, impossibilitando a colheita. Além disso, as sementes estariam ainda leitosas, o que aumentaria o dano mecânico por amassamento. O mesmo autor cita que neste estágio de maturação estresses ambientais, como excesso de chuvas e campo de sementes com alto nível de competição com plantas daninhas, comprometem a qualidade das sementes.

Após a maturidade fisiológica, as sementes sofrem rápida redução no teor de umidade, entrando em equilíbrio higroscópico com o ambiente (ROCHA et al., 1990). Com esta diminuição no teor de água das sementes, as reações metabólicas são reduzidas e o embrião entra em um estado de quiescência (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Desta maneira, a colheita deve ser iniciada quando as sementes atingem pela primeira vez a umidade de 14%, senão as sementes podem perder sua qualidade com a ocorrência de chuvas prolongadas e alta umidade relativa do ar, atrasando o processo de secagem natural (SEDIYAMA, 2013). Sementes aptas à colheita sofrem oscilações de umidade durante o dia e a noite, estas oscilações afetam diretamente a qualidade das sementes com a expansão e retração das membranas das sementes, portanto, quanto antes elas forem retiradas deste ambiente, melhor será sua qualidade (SEDIYAMA et al., 1996).

O período pós-colheita é determinante para manutenção da qualidade das sementes. Após a colheita as sementes vão ser submetidas a diversas etapas de beneficiamento até estarem aptas para o armazenamento, essas etapas são descritas por Peske et al (2013): Recepção, Pré-limpeza, Secagem (se necessário) e Armazenagem no silo ou sacolões.

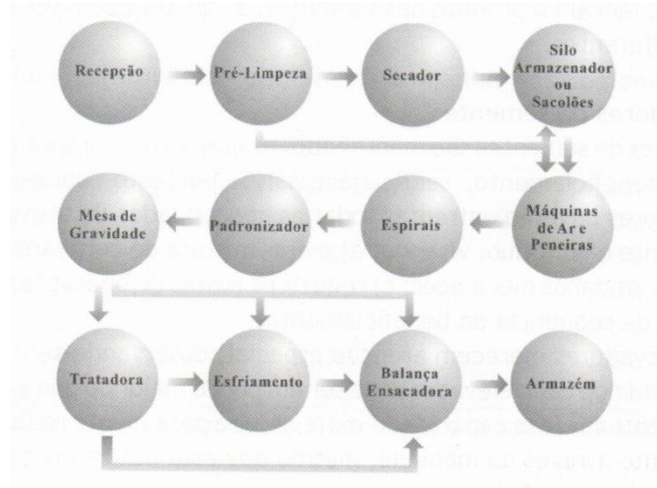


Figura 1 – Fluxograma das etapas de beneficiamento de sementes

Fonte: (Peske et al, 2013).

Após estes procedimentos inicia-se o período de armazenamento, o qual também será responsável pela qualidade das sementes. Durante este período, a temperatura, a umidade relativa do ar, umidade da semente, sanidade e presença de insetos são determinantes para conservação do potencial fisiológico (MARCOS FILHO 2005). Segundo o mesmo autor, a temperatura afeta diretamente a velocidade das reações químicas, acelera a respiração e o desenvolvimento de microrganismos. A elevada umidade relativa favorece o aumento da umidade da semente, já que esta tende a entrar em equilíbrio com o ambiente, fenômeno chamado de “higroscopicidade” (MARCOS FILHO 2005). Com estas condições desfavoráveis a semente, além de ter seu processo respiratório acelerado, ficará vulnerável ao ataque de fungos e insetos. Delouche (1973) cita que para o armazenamento sementes com vigor deve-se obedecer as seguintes regras: no período de 8 a 10 meses a soma da umidade relativa do ar (%) e temperatura (°C) não deve ultrapassar 80, ou seja, em um ambiente com umidade relativa de 50% a 30 °C ou outro com 60% de UR a 20 °C, ambos são recomendáveis ao armazenamento.

Os preceitos básicos do armazenamento segundo Delouche (1979) são: A qualidade das sementes não é melhorada pelo armazenamento; o grau de umidade da semente e a temperatura são os fatores mais importantes que afetam o potencial de armazenamento das sementes; o grau de umidade da semente está em função da umidade relativa do ar e em menor grau, da temperatura; a umidade é mais importante que a temperatura; a cada 1% de redução no grau de umidade da semente duplica-se o potencial de armazenamento e na redução de 5,5 °C da temperatura também se duplica o potencial de armazenamento;

condições frias e secas são as melhores para o armazenamento de sementes; lotes contendo sementes danificadas, imaturas ou deterioradas não devem ser armazenadas; a longevidade das sementes é uma característica inerente a cada espécie.

No Brasil o armazenamento de sementes de soja geralmente é feito a granel, em sacos sob condições ambientais e em sacos sob condições controladas de temperatura e/ou umidade relativa (PESKE et al, 2013). O armazenamento a granel é feito em silos cilíndrico metálicos, de madeira ou concreto, é mais utilizado quando as sementes aguardam para serem beneficiadas, devendo estar limpas nesta etapa. As sementes armazenadas a granel podem ficar dias a meses nos silos, diante disto, recomenda-se equipar os silos com aeração para evitar aumentos significativos da umidade. Os silos não devem exceder 400 toneladas por unidade para evitar a mistura de muitos lotes de sementes (PESKE et al, 2013).

O armazenamento em sacos sob condições ambientais não controladas é feito após o beneficiamento das sementes, devido ao fato da comercialização ser feita em sacos de 50 kg. Os sacos geralmente são embalagens porosas e semipermeáveis permitindo trocas de umidade e temperatura das sementes com o ar ambiente (PESKE et al, 2013).

Outro tipo de armazenamento é o esfriamento de sementes em condições ambientais que permite a sua conservação por longos períodos. Seu princípio é reduzir a temperatura da massa de sementes, diminuindo o metabolismo e retardando o processo deteriorativo. Este esfriamento pode ocorrer em sementes a granel, na linha de beneficiamento ou no momento do ensaque com a passagem de um ar frio e seco (10 a 12 °C). Depois desta etapa os sacos de sementes são empilhados e é mantida esta condição por vários meses, devido à dificuldade de trocas de ar da semente com o ambiente externo imposta pela própria massa de grãos (ZUCHI & LACERDA FILHO, 2011). Este tipo de armazenamento pode demandar alto consumo de energia e em regiões muito quentes ter uma eficácia menor.

Outras alternativas de armazenamento podem ser utilizadas para a conservação das sementes no período pós-colheita. Dentre elas o armazenamento hermético com atmosfera modificada (AM), atmosfera controlada (AC) e inertização de silos. Estas técnicas já são usadas em países desenvolvidos como a Austrália, onde é utilizada há muitos anos no armazenamento de grãos de diversas culturas visando o controle de insetos sem a utilização de produtos químicos. Banks et al. (1980) já estudavam o uso de CO<sub>2</sub> e nitrogênio líquido no armazenamento de grãos. Os mesmos autores relatam que este tipo de armazenamento durante longos períodos é uma tecnologia avançada que contrasta com o uso de produtos químicos, não pondo em risco a integridade de operários e consumidores.

Rodríguez et al. (2002) descrevem que a AM é uma técnica usada em “Silos Plásticos” totalmente vedados e consiste na redução da concentração de  $O_2$  do ambiente pela respiração dos grãos, insetos e fungos e ainda, a produção de  $CO_2$  pelos mesmo. Este processo resulta no aumento da concentração do  $CO_2$  e diminuição do  $O_2$  dentro deste ambiente, inibindo o desenvolvimento e a reprodução destes patógenos. Eles também descrevem que este tipo de armazenamento diminui a oscilação de temperatura e umidade dos grãos em relação ao ambiente.

O uso da atmosfera controlada consiste na manipulação de um ambiente vedado com a retirada de  $O_2$  pela injeção de  $N_2$  e aumento do  $CO_2$  pela respiração do produto ou injeção deste gás. Esta técnica já é utilizada em frutas e legumes, produtos com metabolismo acelerado, sendo os gases monitorados durante todo o período de armazenamento como descreve Brackmann et al. (2002). Em sementes ou grãos a AC pode reduzir o metabolismo, diminuindo a deterioração pelo aumento do  $CO_2$  e diminuição do  $O_2$ , com este ambiente a semente reduz a respiração aeróbia produzindo menos energia e liberando produtos da fermentação como ácido lático, acético e etanol, favorecendo assim o desenvolvimento de leveduras que podem competir com fungos (RODRÍGUEZ et al., 2002).

A técnica de inertização de silos consiste na injeção de gases inertes como  $N_2$  e o  $CO_2$  nos silos no início do período de armazenamento para eliminar o  $O_2$  ou aumentar a concentração de  $CO_2$ , mas posteriormente não há um controle destas concentrações até o final do armazenamento diferentemente da AC (ZORTEA, 1992).

No Brasil predominam estruturas de silos metálicos e de concreto, eretos ou horizontais sem vedação (WEBER, 2005). Em silos de concreto o  $CO_2$  pode ser absorvido pelas paredes de concreto, já que ele é absorvido pela cal formando bicarbonato de cálcio sendo inviável esta técnica neste tipo de armazém (BANKS & MCCABE, 1988). Em silos metálicos pode-se usar selantes acrílicos, que é um tipo de tinta que é aplicada no exterior do silo, vedando as frestas entre as chapas, exigindo cuidados anuais e algumas vezes a reaplicação (FIGURA 2). No Brasil não é muito comum, mas é uma alternativa usada em países desenvolvidos, como a Austrália (NEWMAN, 2006).

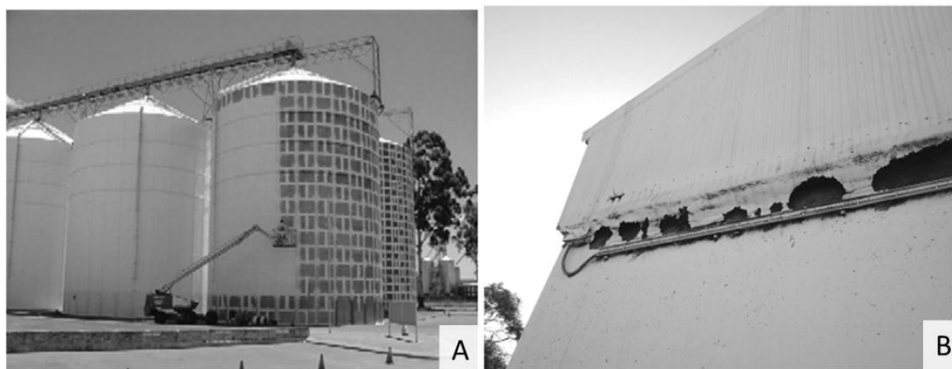


Figura 2 – Selagem de silos metálicos na Austrália

Fonte: (NEWMAN, 2006).

Villers et al. (2008) citam embalagens que podem ser usadas para conferir hermeticidade as sementes, dentre elas estão: SuperGrainbags<sup>TM</sup>, que podem ser usadas 60 kg a 1 tonelada; MegaCocoons<sup>TM</sup> usados para acima de 1050 toneladas, TransSafeliners<sup>TM</sup> e GrainPro Bunkers<sup>TM</sup> que podem ser usadas para cobrir pilhas de 5 a 30.000 toneladas (FIGURA 3). Estes produtos são fabricados com um plástico que é usado para cobrir pilhas de sacos ou até um armazém e que não permite trocas gasosas com o ambiente.

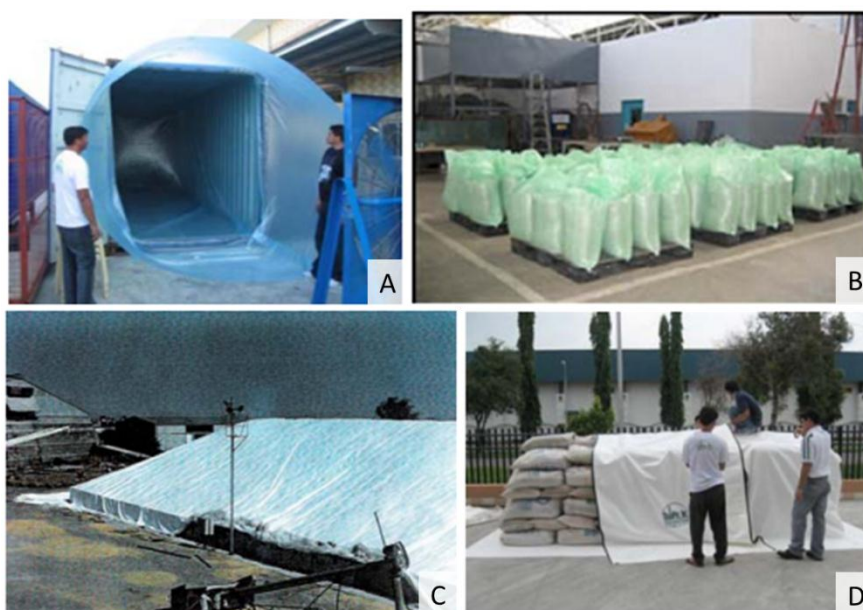


Figura 3 – TransSafeliners<sup>TM</sup> (A), SuperGrainbags<sup>TM</sup> (B), GrainPro Bunkers<sup>TM</sup> (C) e MegaCocoons<sup>TM</sup> (D) usados para o armazenamento de grãos

Fonte: (VILLERS et al. 2008).

Outro tipo de armazém hermético é citado por Rodriguez et al. (2002), os “Silos Plásticos” que no Brasil são conhecidos como “Silos Bag” (FIGURA 4). Este silo é formado por um plástico de camada expeça não permitindo as trocas gasosas da parte interior com a exterior. Para armazenar as sementes é necessário de um equipamento que coloca e retira a semente do silo, pois é uma bolsa que fica estendida horizontalmente. As sementes dentro deste silo consomem o  $O_2$  e produzem  $CO_2$ , desta maneira, após um período de tempo ocorre à falta de  $O_2$  para respiração dos insetos e, além disso, o metabolismo da semente desacelera.



Figura 4 – Silo tipo ‘Bag’ usado para armazenar grãos de soja

Fonte: (RODRIGUEZ et al. 2002).

Com a inovação tecnológica de grandes empresas foi lançado atualmente no Brasil os silos helicoidais (FIGURA 5). São silos construídos a partir de uma máquina que une chapas metálicas na forma helicoidal, fornecendo 100% de vedação no silo. Podendo ser usado para expurgo sem que ocorra vazamento de produtos químicos. Estes dois últimos tipos de silos podem ser adaptados para AC, colocando uma entrada e uma saída para injeção de gases. Durante e após a injeção dos gases a concentração destes pode ser monitorada por um analisador de  $O_2$  e  $CO_2$  (WEBER, 2005).

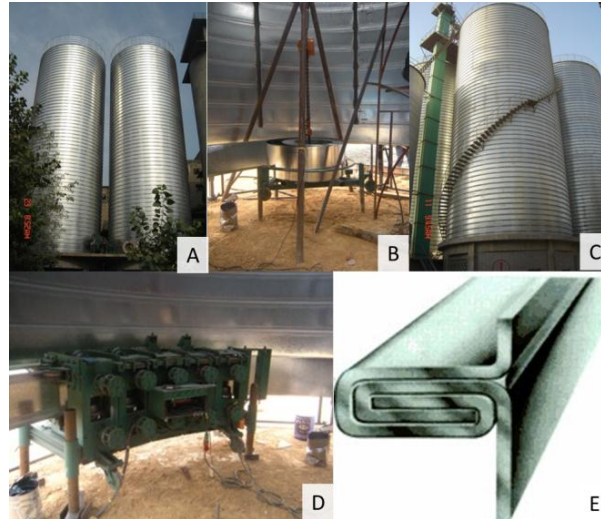


Figura 5 – Silo helicoidal vertical (A) (C); Construção do silo (B); Máquina prensadora das chapas (D) e dobras resultantes da ação da máquina (E).

Fonte: (WEBER, 2005).

Durante o armazenamento as sementes estão sujeitas à contaminação por fungos capazes de sobreviver em condições de baixa umidade das sementes. Fungos como *Aspergillus spp.* e *Penicillium spp.* infectam as sementes e lançam toxinas que degradam membranas e aceleram o processo respiratório das sementes (DHINGRA et al, 2013). O mesmo autor relata que o *Fusarium spp.* é um dos fungos mais prejudiciais nas sementes por causar o tombamento de plântulas, sendo que este fungo ocorre em anos em que as sementes ficaram no campo com grande índice pluviométrico no período pré-colheita.

Para eliminação de fungos, a exposição das sementes à radiação UV-B e UV-C pode ser uma solução. Esta técnica é um processo físico que está sendo utilizado atualmente com o objetivo de preservar e aprimorar a segurança dos alimentos pela desinfecção de grãos, especiarias, vegetais e frutas secas; inibição de brotamento de bulbos; destruição de parasitas em carnes vermelhas e retardo na maturação de frutas, sem alterar a temperatura natural do produto (CAST, 2003). Autores como Dreschel (2006) e Torres (1991) relatam que o uso da radiação UV-B e UV-C em sementes podem causar diminuição do número de plantas normais, que o efeito da radiação é afetado pela umidade da semente, cultivares da mesma espécie tem diferentes comportamento quando expostos à radiação e que o efeito da radiação pode ser revertido por exposição da semente a um ambiente escuro.

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar a manutenção da qualidade da semente de soja de duas cultivares de soja em diferentes técnicas de armazenamento como a atmosfera

modificada, atmosfera controlada e exposição das sementes a radiação UV-B e UV-C antes do armazenamento, como uma alternativa para a conservação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes em regiões de clima quente.



# 1 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA CV. ‘BMX POTÊNCIA RR’

## 2 ARTIGO 1

# 5 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA CV. ‘BMX POTÊNCIA RR’ 6 EM ATMOSFERA MODIFICADA E CONTROLADA E EXPOSIÇÃO AOS 7 RAIOS UV

9 \*Wanderlei Linke Junior<sup>1</sup>, Auri Brackmann<sup>1</sup>, Thomas Newton Martin<sup>1</sup>, Liliane Márcia Mertz<sup>2</sup>, Nilson Matheus  
10 Mattioni<sup>1</sup>, Felipe Borim Noal<sup>1</sup>.

### 12 2.1 Resumo

14 Para alcançar-se altas produtividades na cultura da soja deve-se optar pelo uso de sementes  
15 de alta qualidade. O Brasil sendo um país continental abrange diversos tipos de clima durante o  
16 período de entressafra desta cultura, alguns propícios e outros não ao armazenamento. Este trabalho  
17 teve como objetivo avaliar diferentes técnicas de conservação da qualidade de sementes de soja para  
18 serem usadas em regiões quentes com dificuldade no armazenamento. Foram utilizadas técnicas de  
19 armazenamento em atmosfera modificada e controlada nos silos e exposição da semente à radiação  
20 ultravioleta. Utilizou-se a cultivar de soja ‘BMX Potência RR’ armazenada em minisilos de 20 L  
21 por seis meses a 25°C e umidade relativa do ar de 60%. Os seguintes tratamentos foram avaliados:  
22 testemunha (minisilo aberto); atmosfera modificada; 1 kPa de O<sub>2</sub> + 0 kPa de CO<sub>2</sub>; 1 kPa de O<sub>2</sub> + 30  
23 kPa de CO<sub>2</sub>; 7 kPa de O<sub>2</sub> + 50 kPa de CO<sub>2</sub>; exposição à radiação UV-B e exposição a radiação UV-  
24 C. A qualidade das sementes foi avaliada no início e após o período de seis meses pelos testes de:

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Departamento de Fitotecnia, Santa Maria, RS, Brazil. E-mail: wandolinke@hotmail.com

<sup>2</sup> Embrapa Soja – Empresa Brasileira de Agropecuária, Londrina, PR, Brazil. E-mail: lilianemertz@yahoo.com.br

1 teor de água; germinação; condutividade elétrica; emergência de plântulas a campo e análise  
2 sanitária. O teor de água das sementes diminuiu em todos os tratamentos ao longo do  
3 armazenamento. O tratamento com atmosfera controlada nas pressões parciais de 1 kPa O<sub>2</sub> + 30 kPa  
4 CO<sub>2</sub> manteve a germinação das sementes acima de 80% diferindo da testemunha. A alta incidência  
5 de *Aspergillus flavus* não prejudicou a germinação das sementes armazenadas em atmosfera  
6 controlada, sendo que esta técnica pode ser uma alternativa ao armazenamento convencional em  
7 regiões quentes no período da entressafra da cultura da soja.

8

9 Termos para Indexação: Oxigênio, Gás carbônico, Germinação, Pós-colheita.

10

11

## **STORAGE OF 'BMX POTENCY RR' SOYBEANS IN SILOS WITH CONTROLLED AND MODIFIED ATMOSPHERE AND EXPOSURE TO UV RAYS**

13

14

### **2.2 Abstract**

16

17 In order to achieve high yield levels in soy crops it's essential to select high quality seeds.  
18 Considering that Brazil is a continental country, it encompasses several kinds of climates during  
19 this crop off-season, some are favorable to storage and others are not. This work had aimed to  
20 evaluate the different techniques of soybeans seeds quality preservation that could be used in hot  
21 regions, where storage is difficult. Techniques such as controlled and modified atmosphere storage  
22 and exposure to ultraviolet radiation were used. The 'BMX Potency RR' cultivar was stored in 20L  
23 mini bulk for six months at a temperature of 25°C and relative air humidity of 60%. The following  
24 treatments were evaluated: control (open mini silo); modified atmosphere; 1 kPa of O<sub>2</sub> + 0 kPa of  
25 CO<sub>2</sub>; 1 kPa of O<sub>2</sub> + 30 kPa of CO<sub>2</sub>; 7 kPa of O<sub>2</sub> + 50 kPa of CO<sub>2</sub>; exposure to UV-B and UV-C  
26 radiation. The quality of the soybeans seeds was assessed at the beginning and after a period of six

1 months of storage by the following tests: seeds water content; germination; electrical conductivity;  
2 seedling emergence on field and sanitary analysis. The soybeans seeds water content decreased in  
3 all of the treatments throughout the storage. The controlled atmosphere treatment with partial  
4 pressures of 1 kPa O<sub>2</sub> + 30 kPa CO<sub>2</sub> kept the soybean seeds germination above 80%, differing from  
5 the control treatment. The high incidence of *Aspergillus flavus* did not damage the germination of  
6 soybeans seeds stored in controlled atmosphere, thereby this technique could be an alternative to the  
7 conventional storage in hot regions during the soy crop off-season.

8

9 Index Terms: Oxygen, Carbon dioxide, Germination, Postharvest.

10

### 11 **2.3 Introdução**

12

13 Devido à grande importância econômica da cultura da soja no Brasil, esta recebe grande  
14 atenção da pesquisa, principalmente visando à obtenção de informações que possibilitem aumento  
15 de produtividade. Para obter-se maiores rendimentos por área, é indispensável, dentre as técnicas  
16 adequadas de cultivo, a utilização de sementes de alta qualidade, expressa pelos componentes  
17 genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários (BRACCINI et al., 2003).

18 As sementes têm grande influência sobre o rendimento das culturas, pois elas definem, em  
19 conjunto com outros fatores, o potencial produtivo da área. Segundo Dan et al. (1987), sementes  
20 mais vigorosas apresentam maior quantidade de reservas nos cotilédones, isto resultara em uma  
21 melhor habilidade para a transferência destas reservas, pela transformação destas em compostos  
22 solúveis utilizados na formação de novos tecidos, e a incorporação desses pelo eixo embrionário. O  
23 uso de sementes de alta qualidade apresentarão melhor desempenho sob determinado nível de  
24 estresse no cultivo do que aquelas com baixa qualidade (MARCOS FILHO, 1999).

25 A deterioração das sementes é um processo determinado por uma série de alterações  
26 fisiológicas, bioquímicas, físicas, citológicas, sanitárias iniciadas a partir da maturidade fisiológica,

1 determinando a queda da qualidade (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000; KRYZANOWSKI &  
2 FRANÇA NETO, 2001; MARCOS FILHO, 2005).

3 De acordo com Demito (2006), sementes armazenadas em silos com alta temperatura e teor  
4 de água acima do nível seguro, oferecem condições de maior desenvolvimento de microrganismos,  
5 que são responsáveis pela elevação da temperatura da massa de grãos, maior produção de CO<sub>2</sub> e,  
6 conseqüentemente, redução no poder germinativo das sementes.

7 Com a evolução tecnológica, novas técnicas são desenvolvidas para conservar sementes com  
8 qualidade igual ou próxima do momento da colheita. Dentre algumas estão o armazenamento em  
9 atmosfera modificada (AM), que consiste numa atmosfera enriquecida de CO<sub>2</sub> pelo próprio  
10 consumo do O<sub>2</sub> pelas sementes e liberação de CO<sub>2</sub> durante o processo de respiração e esta  
11 modificação na atmosfera reduz a atividade metabólica das sementes mantendo a qualidade das  
12 mesmas (RODRIGUEZ et al, 2002). Além desta técnica, a atmosfera controlada (AC) também pode  
13 ser utilizada para manutenção da germinação. Esta técnica consiste na injeção de gases inertes como  
14 N<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> dentro de silos hermeticamente fechados, diminuindo a concentração de O<sub>2</sub> e aumentando  
15 a de CO<sub>2</sub>, sendo estas concentrações monitoradas durante o período de armazenamento. Segundo  
16 Villers et al. (2008), atmosferas com baixos níveis de O<sub>2</sub> (2 kPa) protegem as sementes de insetos  
17 (100% de mortalidade dos insetos), fungos e efeitos da oxidação.

18 Malmann et al. (1994) descrevem que os fungos *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. são  
19 indicadores de deterioração em sementes e grãos, causando alterações nutricionais e perda de  
20 matéria seca. Desta forma, além da modificação ou controle da atmosfera, a utilização de raios UV  
21 pode ser uma ferramenta de controle destes fungos. Dreschel (2006) ao expor sementes de milho a  
22 radiação UV verificou que as cultivares tiveram diferentes comportamentos a uma exposição por  
23 uma hora.

24 O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da atmosfera modificada e controlada de silos e  
25 a exposição das sementes à radiação UV na manutenção da qualidade fisiológica e sanitária de  
26 sementes de soja armazenadas por seis meses em condição de alta temperatura.

## 1 2.4 Material e Métodos

2

3 O Experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Pós-Colheita (NPP), no  
4 Laboratório Didático e de Pesquisas de Sementes (LDPS), do Departamento de Fitotecnia e no  
5 Laboratório de Pesquisa em Fitopatologia - "Dr<sup>a</sup> Elocy Minussi" do Departamento de Defesa  
6 Fitossanitária da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), durante o ano de 2012.

7 Avaliou-se sementes da cultivar de soja geneticamente modificada de ciclo médio 'BMX  
8 Potência RR' obtida da empresa IMEXSUL, produtora de sementes em Santa Maria, RS. As  
9 sementes foram colhidas e passaram por todo o processo de beneficiamento sendo utilizadas as  
10 sementes de peneira 5mm, sendo que no final sua umidade ficou em 12,4% b.u., valor próximo ao  
11 ideal para armazenamento durante um longo período (Puzzi, 2000). Esta cultivar foi escolhida por  
12 ter grande representatividade no cultivo desta cultura no Brasil.

13 As sementes foram submetidas a sete tratamentos: (1) testemunha, (2) armazenamento em  
14 atmosfera modificada (AM), (3) atmosfera controlada (AC) com 1 kPa de O<sub>2</sub> e 0 kPa de CO<sub>2</sub>, (4)  
15 AC com 1 kPa de O<sub>2</sub> e 30 kPa de CO<sub>2</sub>, (5) AC com 7 kPa de O<sub>2</sub> e 50 kPa de CO<sub>2</sub>, (6) exposição à  
16 radiação UV-B e (7) exposição à radiação UV-C. As sementes foram armazenadas por seis meses à  
17 temperatura de 25 °C e umidade relativa do ar (UR) de 60% para simular as condições climáticas do  
18 centro-oeste brasileiro durante o período de entressafra e avaliadas antes e após o período de seis  
19 meses de armazenamento. Foi utilizado o delineamento blocos ao acaso com três repetições, ou seja  
20 por tratamento foram usados três minisilos herméticos com volume de 20 L, contendo 700 g de  
21 sementes cada, totalizando 21 parcelas.

22 No tratamento testemunha as sementes foram armazenadas em minisilos abertos com as  
23 pressões parciais de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> ambiente. Para a atmosfera modificada as sementes foram colocadas  
24 em minisilos, que foram fechados com as pressões parciais de 20,9 kPa de O<sub>2</sub> e 0,03 kPa de CO<sub>2</sub>,  
25 conforme a concentração de gases do ambiente. Neste tratamento não houve correção das pressões,  
26 a qual foi definida pela respiração das sementes durante o armazenamento. Ao final do período de

1 armazenamento a pressão parcial final de O<sub>2</sub> diminuiu para 16,7 kPa e a de CO<sub>2</sub> aumentou para 1  
2 kPa.

3 No tratamento três, os lotes receberam injeções de nitrogênio (N<sub>2</sub>) até as concentrações  
4 parciais de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> chegarem a 1 kPa e 0 kPa, respectivamente, e estas foram corrigidas com a  
5 injeção de N<sub>2</sub>, quando não estavam nos níveis adequados para o tratamento.

6 No tratamento quatro as sementes foram expostas à AC com pressões parciais de 1 kPa de  
7 O<sub>2</sub> e 30 kPa de CO<sub>2</sub>, condição obtida através injeção de N<sub>2</sub> nos minisilos para eliminar o O<sub>2</sub> e  
8 injeção de CO<sub>2</sub> de um cilindro pressurizado contendo CO<sub>2</sub> puro até chegar-se a 30 kPa no minisilo.

9 O tratamento cinco as sementes foram exposta à AC com 7 kPa de O<sub>2</sub> e 50 kPa de CO<sub>2</sub>,  
10 onde o CO<sub>2</sub> foi injetado da mesma forma do tratamento quatro até atingir esta concentração, após  
11 foi desconectado do minisilo e a concentração de O<sub>2</sub> restante no interior do recipiente após a injeção  
12 de CO<sub>2</sub> foi de 7 kPa.

13 As concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> foram determinadas por um analisador de gases da marca  
14 Siemens, modelo Ultramat 23. Os gases dos tratamentos de atmosfera modificada foram  
15 monitorados durante todo o período de armazenamento.

16 Para o tratamento seis e sete os lotes de sementes foram submetidos à exposição à radiação  
17 UV-B e UV-C, respectivamente, numa câmara com lâmpadas de radiação ultravioleta B e C. A  
18 distância entre lâmpadas e amostras dos dois tratamentos foi de 30 cm, sendo a intensidade da  
19 radiação de 10 kJ para UVB, que foi alcançada após 30 minutos de exposição de cada repetição. Na  
20 UVC, com intensidade de 10 kJ, as sementes foram expostas à luz durante 32 minutos. Após a  
21 exposição, as sementes foram acondicionados aos minisilos nas mesmas condições da testemunha.

22 Durante o armazenamento foi determinada à concentração de gases (O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>) uma vez por  
23 semana no primeiro mês de armazenamento para confirmação da vedação adequada dos minisilos e  
24 duas vezes por mês nos meses restantes, pois a esta espécie apresenta baixa respiração durante o  
25 armazenamento.

1 A umidade relativa foi monitorada através de psicrômetros convencionais equipados com  
2 termômetros de mercúrio.

3 Para determinar o potencial de armazenamento pela qualidade fisiológica e sanitária, as  
4 sementes foram analisadas no início e após seis meses de armazenamento quanto aos seguintes  
5 parâmetros:

6 a) Teor de água: determinado pelo método de estufa a  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$  durante 24 horas e os  
7 resultados expressos em porcentagem pela perda de peso da amostra de acordo com as Regras de  
8 Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

9 b) Teste de Germinação: cada tratamento foi dividido em oito subamostras de 50 sementes  
10 cada, semeadas em rolos papel Germitest umedecido com água destilada na proporção de duas  
11 vezes a massa do papel. As amostras foram mantidas a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  em germinador do tipo BOD sem  
12 fotoperíodo, com as contagens no 5° e 8° dia após a instalação do teste e os resultados expressos em  
13 porcentagem de plântulas normais de acordo com RAS (BRASIL, 2009).

14 c) Teste de emergência de plântula a campo: foi conduzido na área experimental da Coxilha  
15 da UFSM, com 16 subamostras de 25 sementes para peneira 5 mm, distribuídas manualmente em  
16 sulcos de 1,5 m de comprimento e espaçadas em 0,15 m, numa profundidade de 2-3 cm, com  
17 contagem após 10 dias da instalação do teste (NAKAGAWA, 1999).

18 d) Teste de condutividade elétrica massal: foram utilizadas quatro subamostras de 50  
19 sementes pesadas com precisão de duas unidades decimais, a seguir colocadas em recipiente  
20 contendo 75 ml de água deionizada e mantidas à temperatura de  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas. Ao final  
21 deste período foi determinada a condutividade elétrica na solução de água de embebição usando o  
22 condutímetro marca Digimed, modelo CD-21 e os resultados expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1}\text{ g}^{-1}$  de  
23 sementes (HAMPTON & TEKRONY, 1995; VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

24 e) Análise Sanitária: para este parâmetro foi utilizado o “blotter test”, em que as amostras  
25 de cada tratamento foram divididas em oito caixas Gerbox com 25 sementes totalizando 200  
26 sementes por amostra colocadas sobre um papel mata borrão, distanciadas 1-2 cm uma das outras.

1 As caixas Gerbox foram colocadas sob lâmpadas de luz fluorescente branca a distância de 30-40  
2 cm, em câmaras com fotoperíodo de 12 horas pelo período de 7-8 dias na temperatura de  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ .  
3 Para reduzir o processo de germinação foi utilizada uma solução de sal 2,4D (diclorofenoxiacetato  
4 de sódio) a  $5 \text{ mg l}^{-1}$  de concentração no substrato umedecido (BRASIL, 2009).

5 f) Perda de Massa: foi determinada pela diferença de peso entre o início e o final do período  
6 de armazenamento e expresso em porcentagem (%).

7 Os resultados do experimento foram testados quanto à aditividade dos parâmetros do  
8 modelo matemático, normalidade, homogeneidade e independência dos erros. Os dados expressos  
9 em porcentagem que não apresentaram distribuição normal foram transformados pela fórmula  
10  $\text{arc.sen}((x + 0,5)/100)^{0,5}$  e os dados de condutividade elétrica massal pela fórmula  $\log_{10}(x + 1,0)$ .  
11 Posteriormente os dados foram submetidos à análise da variância. As médias foram comparadas  
12 pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

13

## 14 **2.5 Resultados e Discussão**

15

16 O teor de água diminuiu em todos os tratamentos (Tabela 1), devido à alta temperatura e  
17 baixa umidade durante o período de armazenamento, mostrando que as sementes entraram em  
18 equilíbrio higroscópico com ambiente. Nos tratamentos hermeticamente fechados esta diminuição  
19 pode ser atribuída à injeção dos gases secos no momento da correção das pressões parciais de  $\text{O}_2$  e  
20  $\text{CO}_2$ .

21 As sementes armazenadas em AC na concentração de 1 kPa de  $\text{O}_2$  e 30 kPa de  $\text{CO}_2$   
22 apresentaram germinação acima de 80%, nível mínimo exigido para comercialização de sementes  
23 no Brasil, mostrando que o uso da AC em silos é um método eficaz de conservação da qualidade de  
24 sementes numa condição de alta temperatura ( $25^\circ\text{C}$ ), principalmente quando elevamos a  
25 concentração de  $\text{CO}_2$  e diminuimos o  $\text{O}_2$  (Tabela 1). O uso da AM diminuiu a germinação das  
26 sementes, porém não diferindo da testemunha, sendo que sua eficácia pode ter sido comprometida



1 pela grande quantidade de espaço livre dentro do minisilo, não possibilitou uma grande diminuição  
2 na concentração de O<sub>2</sub>. O alto O<sub>2</sub> foi determinante para deterioração das sementes. Os demais  
3 tratamentos não mantiveram os 80 %. Todos os tratamentos com AC apresentaram uma germinação  
4 estatisticamente superior à testemunha.

5 Em todos os tratamentos a condutividade elétrica aumentou em relação a inicial, não  
6 diferindo estatisticamente entre eles (Tabela 1). Isto indica que a alta temperatura acelera o processo  
7 de degradação das membranas celulares da semente.

8 O armazenamento em AM diminui a perda de massa em relação à exposição aos raios UV-B  
9 (Tabela 1). O uso da AM diminui a respiração da semente (RODRÍGUEZ, J. C. et al., 2002),  
10 conseqüentemente, a perda de reservas. A perda de massa pode ser atribuída à respiração das  
11 sementes e perda do teor de água. O tratamento AC com 7 kPa de O<sub>2</sub> e 50 kPa de CO<sub>2</sub> também  
12 apresentou menor perda de massa, sendo que a grande quantidade de CO<sub>2</sub> pode ter diminuído a  
13 respiração das sementes, porém este gás, em alta concentração, pode ter sido tóxico às sementes de  
14 soja, já que a germinação foi abaixo de 80%. Santos et al. (1998) não encontraram efeito tóxico do  
15 CO<sub>2</sub> em sementes de milho quando armazenadas com teor de 60% de CO<sub>2</sub> em ambiente hermético  
16 por 20 dias. No tratamento com UV, a emissão de calor gerada pela lâmpada durante a exposição  
17 pode ter acelerado a perda de água nas sementes, assim como a respiração.

18 No parâmetro emergência de plântula a campo novamente a condição de AC com 1 kPa de  
19 O<sub>2</sub> e 30 kPa de CO<sub>2</sub> manteve a emergência acima de 80%, corroborando com o resultado de  
20 germinação em papel e diferindo da testemunha (Tabela 1). Em relação à análise inicial, a  
21 germinação foi maior, provavelmente, pelo fato da semente estar contaminada com fungos vindos  
22 do campo, os quais não sobrevivem às condições de armazenamento.

23 A incidência de *Aspergillus flavus* aumentou em todos os tratamentos (Tabela 2). Apesar da  
24 menor incidência nas sementes expostas à radiação UV-C, este tratamento não diferiu  
25 estatisticamente dos demais, devido à grande variação ocorrida entre os blocos. Este fungo é capaz  
26 de sobreviver em sementes com baixa umidade e quando encontra a condição ideal para seu  
27 desenvolvimento afeta a qualidade das sementes.

28 O *Fusarium* spp. manteve a população próxima a inicial em todos os tratamentos ao final do  
29 período de armazenamento (Tabela 2). Este fungo classificado como de campo vem sendo  
30 encontrado em sementes após o período de armazenamento. Ele é responsável principalmente pelo  
31 tombamento de plântulas e sua incidência diminui no período de armazenamento (GOULART,  
32 2005).

1 O tratamento com exposição à radiação UV-C obteve a menor incidência de *Penicillium* ssp.  
2 (Tabela 2).

3 Apesar dos tratamentos com AC terem alta incidência de fungos, isto não se refletiu em  
4 baixa germinação. Este resultado mostra que estes fungos, mesmo presentes nas sementes, só irão  
5 afetá-las quando tiverem condições ideais para seu desenvolvimento, o que não aconteceu neste  
6 experimento.

## 7

## 8 **2.6 Conclusão**

9

10 A atmosfera controlada em silos com pressão parcial de 1 kPa de O<sub>2</sub> e 30 kPa de CO<sub>2</sub> é uma  
11 alternativa para o armazenamento de sementes em regiões com altas temperaturas durante a  
12 entressafra da cultura da soja.

13 A alta incidência de *Aspergillus flavus* não afeta a germinação das sementes armazenadas  
14 em baixa umidade.

15 A exposição á radiação UV não foi eficiente na manutenção da germinação das sementes.

## 16

## 17 **2.7 Referências**

18

19 BRACCINI, A.L.; SÁ MOTTA, I.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M.C.L.; ÁVILA, M.R.;  
20 SCHUAB, S.R.P. Semeadura da soja no período de safrinha: potencial fisiológico e sanidade das  
21 sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p. 76-86, 2003.

22

23 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de Análise Sanitária de  
24 Sementes / **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Defesa  
25 Agropecuária. p. 200, 2009. ISBN 978-85-99851-64-7 1.

26

27 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes /  
28 **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Defesa Agropecuária.  
29 p. 399, 2009. ISBN 978-85-99851-70-8 1.

30

31 CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed.,  
32 Jaboticabal:Funep. p. 588, 2000

- 1 DAN, E.L.; MELLO, V.D.C.; WETZEL, C.T.; POPIGINIS, F.; ZONTA, E.P (1987). Transferência  
2 de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de**  
3 **Semente** 9 (3): 45-55.
- 4
- 5 DEMITO, A. **Qualidade de sementes de soja resfriadas artificialmente** / por Angélica Demito.  
6 Orientador: Adriano Divino Lima Afonso. Dissertação (Mestrado). UNIOESTE, Cascavel, PR,  
7 Brasil. Julho de 2006.
- 8
- 9 DRESCHER, M.M. Métodos de desinfecção superficial para obtenção de sementes de milho livres  
10 de microorganismos. In: BALDANI, Vera Lúcia Divan – Embrapa Agrobiologia (**Embrapa**  
11 **Agrobiologia. Documentos, 212**). p. 16, 2006. ISSN1517-8498.
- 12
- 13 GOULART, A.C.P. **Fungos em sementes de soja: detecção importância e controle** / Augusto  
14 Cesar Pereira Goulart. – Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 72 p. : il. Col. ; 22 cm  
15 ISBN 85-7540-008-0. CDD (21. Ed.) 633.3494.
- 16
- 17 JAYAS, D.S.; KHANGURA, B.; WHITE, D.G. Controlled atmosphere in storage of  
18 grains. **Postharvest News and Informations**, v. 2, n. 6, p. 422-427, 1991.
- 19
- 20 HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. Handbook of vigour test methods. Zurich: **ISTA**, p. 117,  
21 1995.
- 22
- 23 KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. Vigor de sementes, **Informativo ABRATES**,  
24 v. 11, n. 3, p. 81-84, 2001.
- 25
- 26 MALMANN, C.A. et al. Aflatoxinas – Aspectos clínicos e toxicológicos em suínos. **Ciência Rural**,  
27 Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 635-643, 1994.
- 28
- 29 MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.;  
30 VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**, Abrates,  
31 Londrina. Cap. 1, p. 1-21, 1999.
- 32
- 33 MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495  
34 p: il. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, v. 12) ISBN 85-7133-038-7 CDD 633.

- 1 PUZZI, D. **Abastecimento e armazenamento de grãos**. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola,  
2 2000.  
3
- 4 RODRÍGUEZ, J.C. et al. Almacenaje de granos en bolsas plásticas: sistema silobag. **EEA INTA**  
5 **Balcarce,** **2002.** Disponível em:  
6 <[http://anterior.inta.gob.ar/f/?url=http://anterior.inta.gob.ar/balcarce/info/documentos/agric/posco/g](http://anterior.inta.gob.ar/f/?url=http://anterior.inta.gob.ar/balcarce/info/documentos/agric/posco/granos/silobag.htm)  
7 [ranos/silobag.htm](http://anterior.inta.gob.ar/f/?url=http://anterior.inta.gob.ar/balcarce/info/documentos/agric/posco/granos/silobag.htm)>. Acesso em: 01 Mai, 2012.  
8
- 9 SANTOS, D.S.; SANTOS, J.P.; VILELA, E.R. Altos teores de CO<sub>2</sub> no controle de *Sitophilus*  
10 *zeamais* em milho. **Revista Brasileira de Armazenamento**. Viçosa, MG, Brasil. 3 (1): 03 de  
11 outubro de 1998.  
12
- 13 VILLERS, P.; NAVARRO, S.; BRUIN, T. de. Development of HermeticStorage Technology in  
14 Sealed Flexible Storage Structures. **Controlled Atmosphere and Fumigation (CAF) Conference**  
15 in Chengdu, China, September, 2008. p. 1-12.  
16

1 Tabela 1. Teor de água (%), germinação (%), condutividade elétrica massal ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ), perda de  
 2 massa (%) e emergência de plântula a campo (%) de sementes de soja 'BMX Potênica RR'  
 3 armazenadas por seis meses a 25 C° em diferentes condições ambientais.  
 4

Tratamento	Teor de água	Germinação em papel	Condutividade elétrica massal	Perda de Massa	Emergência de plântula a campo
<i>Inicial</i>	12,4	89	57,8	0,00	75
Testemunha	11,1 a	55 b	95,3 a	1,84 ab	71 b
Atm. Modificada	11,3 a	69 ab	102,4 a	1,30 b	73 ab
1 kPa O <sub>2</sub> + 0 kPa CO <sub>2</sub>	11,2 a	79 a	95,1 a	1,52 ab	76 ab
1 kPa O <sub>2</sub> + 30 kPa CO <sub>2</sub>	10,9 a	85 a	94,5 a	1,52 ab	83 a
7 kPa O <sub>2</sub> + 50 kPa CO <sub>2</sub>	10,9 a	77 a	98,8 a	1,33 b	75 ab
UVB	10,8 a	74 ab	94,8 a	1,92 a	74 ab
UVC	10,9 a	71 ab	97,9 a	1,74 ab	77 ab
Média	11,0	73	97,0	1,59	76
CV (%)	1,59	7,6	1,05	6,18	4,58

5 Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Coeficiente de  
 6 Variação (CV).  
 7

1 Tabela 2. Incidência de fungos (%) em sementes de soja BMX Potência RR armazenadas por seis  
 2 meses a 25 °C em diferentes condições ambientais.

Tratamento	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.
<i>Inicial</i>	29,0	18,5	4,00
Testemunha	68,7 a	16,0 a	3,33 ab
Atm. Modificada - AM	50,2 a	18,5 a	3,67 ab
AC 1 kPa O <sub>2</sub> + 0 kPa CO <sub>2</sub>	34,0 a	16,8 a	6,00 a
AC 1 kPa O <sub>2</sub> + 30 kPa CO <sub>2</sub>	54,3 a	14,2 a	7,00 a
AC 7 kPa O <sub>2</sub> + 50 kPa CO <sub>2</sub>	57,0 a	15,0 a	4,17 ab
UVB	48,3 a	16,7 a	6,17 a
UVC	22,7 a	12,5 a	0,83 b
Média	47,3	15,7	4,45
CV (%)	25,9	18,7	23,7

4 Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Coeficiente de  
 5 Variação (CV).

6

7

## 3 ARTIGO 2

# ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA CV. 'NA 5909 RR' EM ATMOSFERA MODIFICADA E CONTROLADA E EXPOSIÇÃO AOS RAIOS UV

Wanderlei Linke Junior<sup>1</sup>, Auri Brackmann<sup>2</sup>, Thomas Newton Martin<sup>3</sup>, Fabio Rodrigo Thewes<sup>3</sup>,  
Nilson Matheus Mattioni<sup>3</sup>

### 3.1 Resumo

As regiões de clima mais quentes do Brasil apresentam algumas dificuldades na manutenção da qualidade da semente de soja durante o armazenamento, principalmente decorrentes das altas temperaturas e umidade relativa do ar, durante o período de entressafra. Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes técnicas de conservação da qualidade de sementes de soja, como armazenamento em atmosfera modificada e controlada nos silos e a exposição das sementes à radiação ultravioleta. Foi utilizada a cultivar de soja 'NA 5909 RR' armazenada em minisilos de 20 L por seis meses a 25°C numa umidade relativa do ar de 60%. Os seguintes tratamentos foram avaliados: testemunha (minisilo aberto); atmosfera modificada; atmosfera controlada (AC) com 1 kPa de O<sub>2</sub> + 0 kPa de CO<sub>2</sub>; AC com 1 kPa de O<sub>2</sub> + 30 kPa de CO<sub>2</sub>; AC com 7 kPa de O<sub>2</sub> + 50 kPa de CO<sub>2</sub>; exposição à radiação UV-B e exposição à radiação UV-C. A qualidade das sementes foi avaliada no início e após o período de seis meses de

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Departamento de Fitotecnia, Santa Maria, RS, Brazil. E-mail: wandolinke@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor orientador. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Departamento de Fitotecnia, Santa Maria, RS, Brazil. E-mail: auribrackmann.com.br

<sup>3</sup> Colaboradores. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Departamento de Fitotecnia, Santa Maria, RS, Brazil.

1 armazenamento através dos seguinte parâmetros: teor de água nas sementes;  
2 germinação; condutividade elétrica; emergência de plântulas a campo e análise  
3 sanitária. Segundo os resultados, o teor de água das sementes diminuiu em todos os  
4 tratamentos ao longo do armazenamento. Os tratamentos com AC com pressões parciais  
5 de 1 kPa O<sub>2</sub> + 0 ou 1 kPa O<sub>2</sub> + 30 kPa CO<sub>2</sub> mantiveram uma superior viabilidade das  
6 sementes em relação aos demais tratamentos e esta última condição de AC também  
7 manteve o melhor desempenho a campo. A incidência de fungos foi menor quando as  
8 sementes foram expostas à radiação UV-C. Entre os tratamentos avaliados, a AC  
9 conservou as sementes com melhor qualidade, sendo que esta não foi afetada pela  
10 incidência de fungos durante o armazenamento, podendo esta técnica ser aplicada em  
11 regiões em que a conservação natural de sementes nos períodos de entressafra é  
12 dificultada pela alta temperatura.

13

14 Palavras-chave: oxigênio, gás carbônico, patógenos de sementes, germinação, pós-  
15 colheita.

16

17 **STORAGE OF 'NA 5909 RR' SOYBEANS IN CONTROLLED**  
18 **ATMOSPHERE, WITH SILOS INERTIZATION AND EXPOSURE**  
19 **TO UV RAYS**

20

21 **3.2 Abstract**

22

23 The regions that present the hottest climates in Brazil have difficulties maintaining the  
24 soybean seeds quality during storage, mainly due to the high temperatures and relative



1 humidity levels during the off-season. Therefore, this work had as objective to evaluate  
2 different techniques of soybeans seeds quality preservation, such as storage in bulks  
3 with controlled and modified atmosphere were assessed and exposure to ultraviolet  
4 radiation. The 'NA 5909 RR' cultivar was stored in 20L mini bulks for six months at a  
5 temperature of 25 °C and relative air humidity of 60%. The following treatments were  
6 evaluated: control (open mini silo); modified atmosphere; controlled atmosphere (CA)  
7 with 1 kPa of O<sub>2</sub> + 0 kPa of CO<sub>2</sub>; CA with 1 kPa of O<sub>2</sub> + 30 kPa of CO<sub>2</sub>; CA with 7 kPa  
8 of O<sub>2</sub> + 50 kPa of CO<sub>2</sub>; exposure to UV-B and UV-C radiation. The quality of the  
9 soybeans seeds was assessed at the beginning and after a period of six months of storage  
10 by the following parameters: seeds water content; germination; electrical conductivity;  
11 seedling emergence on field and sanitary analysis. According to the results the soybeans  
12 seeds water content decreased in all of the treatments throughout the storage. The CA  
13 treatments with partial pressures of 1 kPa O<sub>2</sub> + 0 or 30 kPa CO<sub>2</sub> maintained the best  
14 viability in relation to the other treatments and also presented the best yield on the field.  
15 The incidence of fungi was lower when the seeds were exposed to UV-C radiation.  
16 Among the treatments assessed, the CA preserved best quality soybeans seeds and was  
17 not affected by the incidence of fungi during storage, thus this technique could be  
18 applied to regions where the natural preservation of seeds during the crop off-season is  
19 hindered by high temperature.

20

21 Key-words: oxygen, carbon dioxide, seeds pathogens, germination, postharvest.

22

23

### 1 3.3 Introdução

2

3 A cultura da soja no Brasil em 2013 ocupou 27,4 milhões de hectares com uma  
4 produção 83,3 milhões de toneladas (IBGE, 2013). Para conseguir maiores rendimentos  
5 por área, é indispensável, dentre as técnicas adequadas de cultivo, a utilização de  
6 sementes de alta qualidade, expressa pelos componentes genéticos, físicos, fisiológicos  
7 e sanitários (BRACCINI et al., 2003). A região Centro-oeste brasileira não possui um  
8 clima favorável para o armazenamento no período de entressafra, ocorrendo à perda da  
9 qualidade das sementes de soja.

10 O armazenamento tem início imediatamente após as sementes atingirem o ponto  
11 de maturação fisiológica, antes da realização da colheita, é o chamado armazenamento a  
12 campo'' (POPINIGIS, 1985; VIEIRA & CARVALHO, 1994; BAUDET 1999). Após a  
13 colheita, o armazenamento tem como objetivo a conservação dos grãos ou sementes  
14 com a mesma qualidade que na ocasião da colheita, pelo período de tempo mais longo  
15 possível (BORDIGNON, 2009). Portanto, o armazenamento busca criar condições para  
16 diminuir o máximo possível o processo de deterioração das sementes. Segundo  
17 Delouche & Baskin (1973) esta deterioração se inicia com a degradação das  
18 membranas, redução do potencial de armazenamento, declínio da velocidade de  
19 germinação e crescimento, maior ocorrência de plântulas anormais e perda do poder  
20 germinativo. Deste modo, o armazenamento após a colheita deve ser conduzido de  
21 maneira a reduzir ao máximo as reações bioquímicas que provocam a perda da  
22 qualidade fisiológica, além de propiciar condições desfavoráveis ou que não permitam o  
23 desenvolvimento de patógenos que reduzem a viabilidade das sementes (VILLA et al.,  
24 1979).

1           Várias técnicas podem melhorar as condições de armazenamento, como o uso da  
2 modificação dos níveis  $O_2$  e  $CO_2$  no ambiente de conservação. Estes gases em  
3 determinadas concentrações interferem no metabolismo e conservam a germinação das  
4 sementes, além de possuir o efeito tóxico para maioria dos microrganismos presentes  
5 nas sementes (AGUIAR et. al., 2010; CIRIO & LIMA, 2003; THOMAS et al., 2003;  
6 ZARDETTO, 2005). O  $CO_2$  reduz a proliferação de fungos nas sementes de soja de 50 a  
7 100%, de acordo com o período de armazenagem e este efeito é mais severo para  
8 *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Fusarium sp.* e *Colletotrichum sp.* na concentração de  
9  $5,0 \text{ g k}^{-1}$  (AGUIAR et al., 2012). Estes autores ao exporem sementes de soja ao alto  $CO_2$   
10 e a temperaturas diferentes obtiveram sementes com alto poder germinativo (92%),  
11 quando armazenadas a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Este efeito foi mais evidente quando as sementes foram  
12 armazenadas a  $31 \text{ }^\circ\text{C}$  sem o dióxido de carbono, onde nesta condição as sementes  
13 tiveram apenas 45% de vigor, após 120 dias de armazenamento. Baptista et. al. (2012)  
14 concluíram que a elevação dos níveis de  $CO_2$  e redução do  $O_2$  e a manutenção destes  
15 gases durante o armazenamento, inibiu o crescimento de fungos neste período. A  
16 microbiota característica nestas concentrações é composta de leveduras, que podem  
17 controlar fungos micotoxigênicos (PETERSSON & SCHURER, 1995). De acordo com  
18 Mussi (2005), ao avaliar o efeito do  $CO_2$  em sementes de girassol constatou que o  $CO_2$   
19 reduziu a taxa respiratória das sementes e que o  $O_2$  é o principal agente acelerador  
20 respiração das sementes, e ainda que, quanto maior a concentração de  $CO_2$ , maior a  
21 tendência de manter a germinação das sementes, pela redução do seu metabolismo.

22           Para manter a qualidade das sementes deve-se escolher um tipo de  
23 armazenamento adequado. Navarro et al. (1994) descrevem que armazenamento em  
24 atmosfera modificada por um longo período é uma tecnologia avançada em países

1 desenvolvidos e que este tipo de armazenamento contrasta com o uso de produtos  
2 químicos, não pondo em risco a integridade de operários e consumidores. Este método  
3 de armazenamento baseia-se na redução do nível de O<sub>2</sub> da atmosfera pelo processo de  
4 respiração dos grãos e dos organismos presentes na massa das sementes, resultando na  
5 morte ou inativação de fungos e insetos antes que eles se reproduzam (PUZZI, 1986).  
6 Atualmente este tipo de armazenamento é usado vem sendo comercializado pelas  
7 empresas como “Silo Bag”, e usado para o armazenamento de grãos de soja para  
8 indústria.

9 O armazenamento em atmosfera controlada (AC) é extremamente eficiente em  
10 diminuir a taxa respiratória de frutas, o processo de envelhecimento e sua perda de  
11 qualidade, pela redução dos níveis de O<sub>2</sub> e elevação dos níveis de CO<sub>2</sub>  
12 (BRACKMANN, 2002). Segundo Jayas et al. (1991), o seu uso preserva a viabilidade  
13 da semente, previne o crescimento de fungos, não modifica as características da farinha  
14 do trigo, preserva as propriedades do malte da cevada e não tem efeito adverso à  
15 composição química dos grãos armazenados.

16 Outro método que pode conservar a qualidade das sementes durante o  
17 armazenamento é a exposição à radiação ultravioleta, principalmente pelo controle de  
18 fungos e outros patógenos durante o armazenamento. Segundo Dreschel (2006), a  
19 exposição de sementes de milho à radiação ultravioleta durante uma hora resultou numa  
20 eliminação total dos fungos nos híbridos SHS 50-50 e na cultivar BRS 4150, mas o  
21 mesmo não obteve estes resultados nas cultivares BR106, BR 473, Eldorado, Sol da  
22 Manhã e Saracura, nas mesmas condições.

23 Os organismos mais importantes que infectam as sementes de soja são os  
24 fungos, responsáveis não só pela disseminação durante o cultivo, mas pelo

1 apodrecimento das sementes no solo, deterioração durante o armazenamento e produção  
2 de micotoxinas (DHINGRA & ACUNÃ, 1997). Dhingra (1985) afirma que a ação dos  
3 fungos na massa de sementes, obedece a uma sequência: enfraquecimento do embrião,  
4 morte do embrião, descoloração do embrião ou semente inteira, bolor, aquecimento da  
5 massa de grãos, apodrecimento total e combustão. A ocorrência de condições climáticas  
6 desfavoráveis para a cultura da soja, como chuvas e altas temperaturas durante o  
7 período de maturação fisiológica e colheita, afetam, além da qualidade fisiológica, a  
8 sanidade das sementes, pois podem proporcionar um aumento de infecção das sementes  
9 por fungos, reduzindo a germinação (FRANÇA NETO & HENNING, 1984).

10 Os fungos podem desenvolver-se em vários ambientes, durante o  
11 armazenamento, sendo que três gêneros são de grande importância, o *Aspergillus*,  
12 *Penicillium* e *Fusarium* (MARCOS FILHO, 2005). A maioria destes patógenos tem seu  
13 desenvolvimento potencial em umidade do grão acima de 16% e temperatura de 30 a  
14 32°C (DHINGRA, 1985; MOSS, 1991). Embora sejam aeróbios, são capazes de crescer  
15 em concentrações baixas de O<sub>2</sub>.

16 Os fungos são responsáveis pelo aumento da respiração das sementes, quando  
17 essa respiração se intensifica elas liberam água e energia, aumentando a umidade e  
18 temperatura da massa no interior do silo (LACEY & MAGAN, 1991).

19 Este trabalho avaliou o efeito da atmosfera modificada e controlada em silos e a  
20 exposição das sementes à radiação UV na conservação da qualidade fisiológica e  
21 sanitária de sementes de soja da cultivar 'NA 5909' armazenadas por seis meses na  
22 temperatura de 25 °C, visando sua aplicação para regiões de clima quente.

23

### 1 3.4 Material e Métodos

2

3 O Experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Pós-Colheita (NPP), no  
4 Laboratório Didático e de Pesquisas de Sementes (LDPS), do Departamento de  
5 Fitotecnia e no Laboratório de Pesquisa em Fitopatologia - "Dr<sup>a</sup> Elocy Minussi" do  
6 Departamento de Defesa Fitossanitária da Universidade Federal de Santa Maria  
7 (UFSM), durante o ano de 2012.

8 Avaliou-se sementes da cultivar de soja geneticamente modificada de ciclo  
9 precoce 'NA 5909 RR' obtida da empresa IMEXSUL, produtora de sementes em Santa  
10 Maria, RS. As sementes foram colhidas e passaram por todo o processo de  
11 beneficiamento sendo utilizadas as sementes de peneira 5mm, sendo que no  
12 final sua umidade ficou em 11,8% b.u., valor próximo ao ideal para armazenamento  
13 durante um longo período (Puzzi, 2000). Esta cultivar foi escolhida por ter grande  
14 representatividade no cultivo desta cultura no Brasil.

15 As sementes foram submetidas a sete tratamentos: (1) testemunha, (2)  
16 armazenamento em atmosfera modificada (AM), (3) atmosfera controlada (AC) com 1  
17 kPa de O<sub>2</sub> e 0 kPa de CO<sub>2</sub>, (4) AC com 1 kPa de O<sub>2</sub> e 30 kPa de CO<sub>2</sub>, (5) AC com 7 kPa  
18 de O<sub>2</sub> e 50 kPa de CO<sub>2</sub>, (6) exposição à radiação UV-B e (7) exposição à radiação UV-  
19 C. As sementes foram avaliadas antes e após o período de seis meses de armazenamento  
20 à temperatura de 25 °C e umidade relativa do ar (UR) de 60% para simular as condições  
21 climáticas do centro-oeste brasileiro durante o período de entressafra. Foi utilizado o  
22 delineamento blocos ao acaso com três repetições, ou seja por tratamento foram usados  
23 três minisilos herméticos com volume de 20 L, contendo 700 g de sementes cada,  
24 totalizando 21 parcelas.

1           No tratamento testemunha as sementes foram armazenadas em minisilos abertos  
2 com as pressões parciais de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> ambiente. Para a atmosfera modificada as  
3 sementes foram colocadas em minisilos, que foram fechados com as pressões parciais  
4 de 20,9 kPa de O<sub>2</sub> e 0,03 kPa de CO<sub>2</sub>, conforme a concentração de gases do ambiente.  
5 Neste tratamento não houve correção das pressões, a qual foi definida pela respiração  
6 das sementes durante o armazenamento. Ao final do período de armazenamento a  
7 pressão parcial final de O<sub>2</sub> diminuiu para 16,7 kPa e a de CO<sub>2</sub> aumentou para 1 kPa.

8           No tratamento três, os lotes receberam injeções de nitrogênio (N<sub>2</sub>) até as  
9 concentrações parciais de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> chegarem a 1 kPa e 0 kPa, respectivamente, e estas  
10 foram corrigidas com a injeção de N<sub>2</sub>, quando não estavam nos níveis adequados para o  
11 tratamento.

12           No tratamento quatro as sementes foram expostas à AC com pressões parciais de  
13 1 kPa de O<sub>2</sub> e 30 kPa de CO<sub>2</sub>, condição obtida através injeção de N<sub>2</sub> nos minisilos para  
14 eliminar o O<sub>2</sub> e injeção de CO<sub>2</sub> de um cilindro pressurizado contendo CO<sub>2</sub> puro até  
15 chegar-se a 30 kPa no minisilo.

16           O tratamento cinco as sementes foram exposta à AC com 7 kPa de O<sub>2</sub> e 50 kPa  
17 de CO<sub>2</sub>, onde o CO<sub>2</sub> foi injetado da mesma forma do tratamento quatro até atingir esta  
18 concentração, após foi desconectado do minisilo e a concentração de O<sub>2</sub> restante no  
19 interior do recipiente após a injeção de CO<sub>2</sub> foi de 7 kPa.

20           As concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> foram determinadas por um analisador de gases  
21 da marca Siemens, modelo Ultramat 23. Os gases dos tratamentos de atmosfera  
22 modificada foram monitorados durante todo o período de armazenamento.

23           Para o tratamento seis e sete os lotes de sementes foram submetidos à exposição  
24 à radiação UV-B e UV-C, respectivamente, numa câmara com lâmpadas de radiação

1 ultravioleta B e C. A distância entre lâmpadas e amostras dos dois tratamentos foi de 30  
2 cm, sendo a intensidade da radiação de 10 kJ para UVB, que foi alcançada após 30  
3 minutos de exposição de cada repetição. Na UVC, com intensidade de 10 kJ, as  
4 sementes foram expostas à luz durante 32 minutos. Após a exposição, as sementes  
5 foram acondicionados aos minisilos nas mesmas condições da testemunha.

6 Durante o armazenamento foi determinada a concentração de gases ( $O_2$  e  $CO_2$ )  
7 uma vez por semana no primeiro mês de armazenamento para confirmação da vedação  
8 adequada dos minisilos e duas vezes por mês nos meses restantes, pois a esta espécie  
9 apresenta baixa respiração durante o armazenamento.

10 A umidade relativa foi monitorada de através psicrômetros convencionais  
11 equipados com termômetros de mercúrio.

12 Para determinar o potencial de armazenamento pela qualidade fisiológica e  
13 sanitária, as sementes foram analisadas no início e após seis meses de armazenamento  
14 quanto aos seguintes parâmetros:

15 a) Teor de água: determinado pelo método de estufa a  $105\text{ }^\circ\text{C} \pm 1$  durante 24  
16 horas e os resultados expressos em porcentagem pela perda de peso da amostra de  
17 acordo com as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

18  
19 b) Teste de Germinação: cada tratamento foi dividido em oito subamostras de 50  
20 sementes cada, semeadas em rolos papel Germitest umedecido com água destilada na  
21 proporção de duas vezes a massa do papel. As amostras foram mantidas a  $25\text{ }^\circ\text{C}$  em  
22 germinador do tipo BOD sem fotoperíodo, com as contagens no 5º e 8º dia após a  
23 instalação do teste e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais de  
24 acordo com RAS (BRASIL, 2009).



1           c) Teste de emergência de plântula a campo: foi conduzido na área experimental  
2 da Coxilha da UFSM, com 16 subamostras de 25 sementes para peneira 5 mm,  
3 distribuídas manualmente em sulcos de 1,5 m de comprimento e espaçadas em 0,15 m,  
4 numa profundidade de 2-3 cm, com contagem após 10 dias da instalação do teste  
5 (NAKAGAWA, 1999).

6           d) Teste de condutividade elétrica massal: foram utilizadas quatro subamostras  
7 de 50 sementes pesadas com precisão de duas unidades decimais, a seguir colocadas em  
8 recipiente contendo 75 ml de água deionizada e mantidas à temperatura de 25 °C  
9 durante 24 horas. Ao final deste período foi determinada a condutividade elétrica na  
10 solução de água de embebição usando o condutivímetro marca Digimed, modelo CD-21  
11 e os resultados expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$  de sementes (HAMPTON & TEKRONY,  
12 1995; VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

13           e) Análise Sanitária: para este parâmetro foi utilizado o “blotter test”, em que as  
14 amostras de cada tratamento foram divididas em oito caixas Gerbox com 25 sementes  
15 totalizando 200 sementes por amostra colocadas sobre um papel mata borrão,  
16 distanciadas 1-2 cm uma das outras. As caixas Gerbox foram colocadas sob lâmpadas  
17 de luz fluorescente branca a distância de 30-40 cm, em câmaras com fotoperíodo de 12  
18 horas pelo período de 7-8 dias na temperatura de  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ . Para reduzir o processo de  
19 germinação foi utilizada uma solução de sal 2,4D (diclorofenoxiacetato de sódio) a 5  
20  $\text{mg l}^{-1}$  de concentração no substrato umedecido (BRASIL, 2009).

21           f) Perda de Massa: foi determinada pela diferença de peso entre o início e o final  
22 do período de armazenamento e expresso em porcentagem (%).

23           Os resultados do experimento foram testados quanto à aditividade dos  
24 parâmetros do modelo matemático, normalidade, homogeneidade e independência dos

1 erros. Os dados expressos em porcentagem que não apresentaram distribuição normal  
2 foram transformados pela fórmula  $\text{arc.sen}((x + 0,5)/100)^{0,5}$  e os dados de condutividade  
3 elétrica massal pela fórmula  $\log_{10}(x + 1,0)$ . Posteriormente os dados foram submetidos à  
4 análise da variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5%  
5 de probabilidade de erro.

6

### 7 **3.5 Resultados e Discussão**

8

9 Após o período de seis meses de armazenamento foi determinada a qualidade  
10 fisiológica e sanitária das sementes. O teor de umidade das sementes (Tabela 3)  
11 diminuiu em todos os tratamentos, não havendo diferença significativa entre eles. Este  
12 resultado ocorreu devido à alta temperatura de armazenamento e baixa da UR do ar,  
13 reduzindo o ponto de equilíbrio higroscópico da semente com o ar ambiente. Segundo  
14 Marcos Filho (2005), sementes de soja armazenadas a 22 °C e 60% de UR atingiram o  
15 equilíbrio higroscópico quando a semente atingiu o grau de umidade de 10,7% b.u. Os  
16 mesmos autores ainda reportam que o tempo para atingir o equilíbrio higroscópico  
17 depende do grau de umidade da semente, da UR e da permeabilidade do tegumento. E  
18 ainda que lotes menores sob temperaturas elevadas, diferenças no potencial hídrico das  
19 sementes e de vapor d'água e sementes danificadas atingem o equilíbrio mais rápido. Já  
20 as sementes submetidas a AC, provavelmente, perderam água pela injeção dos gases  
21 secos (N<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>) durante a instalação e correção das atmosferas. Nos tratamentos com a  
22 radiação UV essa perda pode ser atribuída também ao calor emitido pelas lâmpadas  
23 durante a exposição à radiação.

24

1 Tabela 3. Teor de água (%), germinação (%), condutividade elétrica massal ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ), perda de massa (%) e emergência de plântula a campo (%) de sementes de soja NA  
 2 1), perda de massa (%) e emergência de plântula a campo (%) de sementes de soja NA  
 3 5909 RR armazenadas por seis meses a 25 C° em diferentes condições ambientais.  
 4 Santa Maria, RS, Brasil, 2013.

5

Tratamento	Teor de água	Germinação em papel	Condutividade elétrica massal	Perda de Massa	Emergência de plântula a campo
<i>Inicial</i>	11,8	87	61,4	0,00	74,0
Testemunha	10,5 a	41 d	152,8 ab	2.23 ab	42 b
Atm. Modificada (AM)	10,9 a	46 cd	143,3 ab	2.15 b	44 b
AC 1 O <sub>2</sub> kPa + 0 kPa CO <sub>2</sub>	10,7 a	77 ab	132,6 b	2.45 ab	62 ab
AC 1 kPa O <sub>2</sub> + 30 kPa CO <sub>2</sub>	10,5 a	82 a	134,1 b	2.47 ab	73 a
AC 7 kPa O <sub>2</sub> + 50 kPa CO <sub>2</sub>	10,7 a	66 abc	170,9 a	2.15 b	52 ab
UVB	10,6 a	59 bcd	136,6 b	2.73 a	60 ab
UVC	10,3 a	46 cd	133,2 b	2.52 ab	46 b
Média	10,6	60	143,4	2,38	54
CV (%)	1,24	8,24	1,53	3,04	11,3

6 Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.  
 7 Coeficiente de Variação (CV).

8

9 Para todos os tratamentos, foi observada a redução na viabilidade das sementes,  
 10 através do teste de germinação (Tabela 3). Porém, somente as sementes submetidas a  
 11 AC com 1 kPa de O<sub>2</sub> e 30 kPa de CO<sub>2</sub> mantiveram a germinação acima de 80%, que é o  
 12 nível mínimo tolerável para comercialização de sementes no Brasil (BRASIL, 2005).  
 13 Este tratamento obteve os maiores níveis de germinação em relação aos demais  
 14 tratamentos, mas não diferiu dos tratamentos AC com 1 kPa de O<sub>2</sub> + 0 kPa de CO<sub>2</sub> e 7  
 15 kPa de O<sub>2</sub> + 50 kPa de CO<sub>2</sub>. Os resultados mostram que a AC mantém os maiores  
 16 valores de germinação, provavelmente por esta técnica ter reduzido a respiração das  
 17 sementes. As sementes proteicas como a soja armazenam energia na forma de óleo

1 (triacilgliceróis) no citoplasma das células do cotilédone, especificamente nos  
2 oleossomos (Taiz e Zeiger, 2004). Esta energia será usada para manter a plântula nos  
3 primeiros dias após a emergência, quando a plântula ainda não está realizando a  
4 fotossíntese, mas durante a respiração das sementes, no período de armazenamento, esta  
5 energia é degradada, liberando CO<sub>2</sub>, calor, água e ainda produtos tóxicos as sementes  
6 (Taiz e Zeiger, 2004; Marcos filho, 2005). De acordo com Marcos Filho (2005), o  
7 aumento da respiração das sementes durante o período de armazenamento afeta  
8 principalmente o seu vigor. Assim diminuindo a respiração, as sementes manteriam  
9 mais energia acumulada para emergir e manter-se nos primeiros dias de  
10 desenvolvimento. Segundo Aguiar et. al., (2012), sementes armazenadas a 25 C°  
11 mantiveram alto poder germinativo quando associadas ao uso do alto CO<sub>2</sub>, os mesmos  
12 autores afirmam que, indiferente da temperatura o efeito deste gás é positivo para a  
13 conservação da germinação destas sementes.

14 Os tratamentos com condições de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> mais próximos a do ambiente natural  
15 obtiveram menor germinação em papel (Tabela 3) após o período de armazenamento,  
16 provavelmente pela influência do tempo de armazenamento e a temperatura. Segundo  
17 Krzyzanowski et al. (1993), a temperatura do ar de 25 °C associados a UR do ar entre  
18 65% e 70% mantém a umidade das sementes baixa evitando infecções por fungos e  
19 bactérias preservando a germinação. Arulnandy e Senanayake (2009) descrevem que  
20 sementes armazenadas em altas temperaturas perdem o potencial de germinação,  
21 aumentam a taxa de respiração e de desenvolvimento de fungos de armazenamento.

22 No tratamento com atmosfera modificada, as sementes não mantiveram boa  
23 germinação, provavelmente pela concentração de O<sub>2</sub> dentro do minisilo ter ficado 16,7  
24 kPa de O<sub>2</sub> + 1 kPa de CO<sub>2</sub>, próximas às concentrações do ambiente. Estas concentrações

1 se mantiveram deste modo devido a grande quantidade de volume livre dentro do  
2 minisilo e a baixa respiração das sementes, portanto, as sementes não tiveram uma  
3 diminuição significativa do metabolismo, acarretando em uma maior deterioração.

4 Nas sementes expostas radiação UVB e UVC anteriormente ao armazenamento,  
5 foi observada uma redução na porcentagem de germinação, provavelmente pelo nível de  
6 radiação ser muito elevado para as sementes, principalmente pela radiação UVC, em  
7 que ocorreu um grande número de plântulas anormais. Torres et al. (1991), ao expor  
8 sementes de girassol secas e hidratadas por 0, 5, 10, 15, 30, 60 minutos à radiação UV-  
9 C detectou diminuição no número de plantas normais conforme a duração da exposição  
10 das sementes aumentou (5min a 60min) e, ainda, que as sementes hidratadas foram mais  
11 sensíveis à luz UVC. Estudos mostram que a irradiação UV acelera o processo de  
12 germinação, por terem mais energia que a luz visível, consequentemente gerando um  
13 maior efeito sobre as células vegetais (Kovacs & Keresztes, 2002). Em contrapartida,  
14 Farok et al. (2010) estudando cartámo, uma planta ornamental, verificaram que raios  
15 UVB tornaram os hipocótilos das sementes mais curtos e que houve uma redução na  
16 biomassa aérea da planta. Em seu estudo eles também reportam que plantas irradiadas  
17 apresentaram diferenças morfológicas, bioquímicas e genéticas das não-irradiadas.  
18 Barros & Artur (2005) identificaram em soja, a radiosensibilidade pode variar de acordo  
19 com o grau de umidade, estágio de desenvolvimento e dose de radiação.

20 Em relação à condutividade elétrica massal (Tabela 3), os tratamentos com o O<sub>2</sub>  
21 ambiente e intermediário tiveram uma maior condutividade indicando que a quanto  
22 maior a concentração O<sub>2</sub>, maior a degradação das membranas, com exceção dos  
23 tratamentos com raios UV, os quais mantiveram a condutividade elétrica baixa  
24 provavelmente pela diminuição na incidência de fungos no tegumento das sementes. As

1 espécies de *Aspergillus* e *Penicillium* produzem toxinas que degradam as membranas  
2 das sementes causando um dano direto na germinação e vigor (CAIRNS-FULLER et  
3 al., 2005).

4 Durante o armazenamento todos os tratamentos perderam massa. A perda de  
5 massa nas sementes pode ocorrer pela respiração com a liberação de CO<sub>2</sub> e água e  
6 também pelo aquecimento das sementes, o que neste caso, a submissão das sementes à  
7 radiação UV seria semelhante ao processo de secagem, sendo que a maior perda de  
8 massa ocorreu no tratamento com UVB, provavelmente pelo tempo de exposição ao  
9 calor gerado pela lâmpada, que provocou maior perda de água do que os outros  
10 tratamentos (Tabela 3). De acordo com Garcia et al. (2004), durante o processo de  
11 secagem as sementes sofrem mudanças físicas como a expansão, contração, alteração da  
12 densidade e porosidade devido à oscilação de temperatura e umidade. Além disso, a  
13 sensibilidade ao dano térmico é afetada pelo genótipo, teor de água na semente,  
14 temperatura, tempo de exposição e velocidade de secagem (GARCIA et al., 2004). Esta  
15 perda de massa nos tratamentos com AC também pode ser atribuída à injeção dos gases  
16 secos para controle da atmosfera.

17 Para emergência de plântula a campo antes do armazenamento, as sementes já  
18 apresentaram uma germinação abaixo de 80% (nível mínimo exigido para  
19 comercialização de sementes) devido à oscilação de umidade, temperatura, tempo em  
20 que permaneceram no campo no período pré-colheita e a incidência de fungos de campo  
21 (Tabela 3). O tratamento AC com 1 kPa de O<sub>2</sub> + 30 kPa de CO<sub>2</sub> manteve a germinação  
22 mais próxima da inicial, mas não diferiu do tratamento com baixo O<sub>2</sub>, alto CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>  
23 intermediário e exposição aos raios UVB. Diante dos resultados percebe-se que a AC  
24 mantém o metabolismo da semente baixo, conseqüentemente suas reservas não vão ser

1 degradadas e as sementes poderão tolerar as adversidades de uma lavoura. A grande  
2 variação de emergência entre os tratamentos provavelmente deve-se à baixa qualidade  
3 destas sementes. Novamente, a exposição à radiação UVC mostrou-se ineficiente para  
4 conservação da qualidade das sementes.

5 Na análise sanitária a maior incidência de fungos encontrada foi de *Aspergillus*  
6 *flavus*, *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp. (Tabela 4), os quais são fungos de  
7 armazenamento capazes de sobreviver em baixo teor de água nas sementes (ASAE,  
8 1998). Segundo Bogliaccini (2001), estes fungos são os maiores responsáveis pela  
9 diminuição da qualidade fisiológica das sementes no período pós-colheita, pois liberam  
10 toxinas que degradam as membranas e, quando as sementes atingem teor de água acima  
11 de 15% e temperatura acima de 25° C, tem seu desenvolvimento potencializado.

12

1 Tabela 4. Incidência de fungos (%) em sementes de soja 5909 RR armazenadas por seis  
 2 meses a 25 °C em diferentes condições de armazenamento. Santa Maria, RS, Brasil,  
 3 2013.

Tratamento	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.
<i>Inicial</i>	24,5	39,0	7,00
Testemunha	67,2 a	6,00 a	4,50 b
Atm. Modificada	56,5 a	15,3 a	10,8 ab
AC 1 kPa O <sub>2</sub> + 0 kPa CO <sub>2</sub>	59,7 a	12,3 a	24,2 a
AC 1 kPa O <sub>2</sub> + 30 kPa CO <sub>2</sub>	65,0 a	10,0 a	16,2 ab
AC 7 kPa O <sub>2</sub> + 50 kPa CO <sub>2</sub>	64,0 a	8,33 a	3,83 b
UVB	60,0 a	12,2 a	3,50 b
UVC	33,5 a	8,33 a	5,25 b
Média	58,0	10,4	9,77
CV (%)	20,9	17,7	32,1

5 Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.  
 6 Coeficiente de Variação (CV).

7  
 8 A alta incidência destes fungos nos tratamento com AC não afetou a germinação  
 9 das sementes ao comparamos a germinação da testemunha com a AC na condição de 1  
 10 kPa de O<sub>2</sub> + 30 kPa de CO<sub>2</sub>. A presença do fungo *Aspergillus flavus* aumentou em todos  
 11 os tratamentos após o início do armazenamento. A exposição aos raios UVC manteve  
 12 menor a incidência deste fungo, mas não diferiu estatisticamente dos demais  
 13 tratamentos. A tolerância de conídios de diferentes espécies de fungos à radiação UV é  
 14 maior quando estes são maiores e mais pigmentados (CHELICO et al., 2006).  
 15 Nascimento (2009) ao utilizar doses de radiação UVB de 3,6 kJ por 60 e 90 min em  
 16 conídios de *Aspergillus fumigatus*, verificou a eliminação de 7 a 20% dos conídios e que  
 17 exposições destes conídios por um menor tempo somente atrasou a sua germinação.



1 A presença de *Fusarium* spp. diminuiu ao final do período de armazenamento  
2 indicando pouca habilidade de sobrevivência em baixo teor de água na semente (Tabela  
3 4). De acordo com Goulart (2005), o *Fusarium* spp. é considerado um fungo  
4 patogênico, por causar problemas de germinação em laboratório e está frequentemente  
5 associado a sementes que sofreram atraso de colheita ou deterioração por umidade no  
6 campo, mas é um fungo que perde a viabilidade rapidamente durante a armazenagem  
7 em condição ambiente.

8 A AC com 50 kPa de CO<sub>2</sub> inibiu o desenvolvimento do *Penicillium* spp. em  
9 comparação com 0 e 30 kPa de CO<sub>2</sub>, mostrando que o alto CO<sub>2</sub> tem efeito sobre este  
10 fungo (Tabela 4). Segundo Aguiar et al. (2012), sementes armazenadas em alto CO<sub>2</sub> a  
11 25 °C tem efeitos mais severos sobre os fungos *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp.,  
12 *Fusarium* spp. e *Colletotrichum* spp.

13 A testemunha apresentou baixo desenvolvimento de *Penicillium* spp., menor que  
14 o nível inicial. Este resultado pode ser atribuído à alta presença de *Aspergillus flavus*,  
15 podendo este ter inibido o desenvolvimento do *Penicillium* spp.

16

### 17 **3.6 Conclusão**

18

19 O armazenamento de sementes de soja da cultivar ‘NA 5909’ em atmosfera  
20 controlada com 1 kPa de O<sub>2</sub> + 30 kPa de CO<sub>2</sub> promove uma maior conservação da  
21 qualidade fisiológica de sementes armazenadas em alta temperatura (25 °C), mantendo  
22 a germinação acima de 80%.

23 A alta incidência de *Aspergillus flavus* no tratamento com AC de 1 kPa de O<sub>2</sub> +  
24 30 kPa de CO<sub>2</sub> não afetou a germinação das sementes.

1 O uso do alto CO<sub>2</sub> e da radiação UV inibem o desenvolvimento de *Penicillium*  
2 spp.

3

### 4 **3.7 Referências**

5

6 Aguiar, R. W. S. *et al.* (2010). Toxicidade da combinação de dióxido de carbono e  
7 fosfina sob diferentes temperaturas para *Tribolium castaneum*. *Revista Brasileira de*  
8 *Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 08, p. 2-129.

9

10 Aguiar, R. W. de S., Brito, D. R., Ootani, M.A., Fidelis, R. R., Peluzio, J. N. (2012).  
11 Efeito do dióxido do carbono, temperatura e armazenamento sobre sementes de soja e  
12 micoflora associada. *Rev. Ciênc. Agronômica*, v. 43, n. 3, p. 554-560.

13 ASAE. (1988). Agricultural Engineers Handbook, 35th ed. *Am.Soc.Agr.Eng.* St. Joseph,  
14 MI.

15

16 Barros, A. C., Artur, V. (2005). Determinação experimental da dose de redução do  
17 crescimento (GR50) e da dose letal (LD50) de soja irradiada por raios gama. *Arquivos*  
18 *do Instituto Biológico*, v. 72, n. 2, p. 249-253,

19

20 Baudet, L. (1999). Armazenamento de sementes. In: Curso em Ciência e Tecnologia de  
21 Sementes, v. 01 p. 480.

22

23 Bogliaccini, A. (2001). Hermetic Storage. *Magazine "Grains"*, Year VI-NºXXVII –  
24 june 2001.

- 1 Bordignon, B. C. S. (2009). *Relação das condições de armazenamento com qualidade*  
2 *fisiológica de sementes e composição do óleo extraído de cultivares de soja.*  
3 Dissertação (mestrado) – UFSM, CDU: 635.655.  
4
- 5 Braccini, A. L., Sá Motta, I., Scapim, C. A., Braccini, M. C. L., Ávila, M. R., Schuab,  
6 S.R.P. (2003). Semeadura da soja no período de safrinha: potencial fisiológico e  
7 sanidade das sementes. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 25, n. 1, p. 76-86.
- 8 Brackmann, A. (2002). *et al.* Conservação de Três Genótipos de Feijão (*Phaseolus*  
9 *vulgaris* L.) do Grupo Carioca em Armazenamento Refrigerado e em Atmosfera  
10 Controlada. *Ciência Rural*, v. 32, n. 6, p. 911-915,  
11
- 12 Brasil. (2005). Instrução Normativa nº25, de 16 de dezembro de 2005 (estabelece  
13 normas específicas e padrões de identidade e qualidade para produção e  
14 comercialização de diversas sementes). *Diário Oficial da União*: Brasília, 20 de  
15 dezembro de 2005. seção 1, p. 18-26.  
16
- 17 Brasil. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de Análise  
18 Sanitária de Sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Secretaria  
19 de Defesa Agropecuária. p. 200. ISBN 978-85-99851-64-7 1.  
20
- 21 Brasil. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para*  
22 *análise de sementes.* Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Secretaria  
23 de Defesa Agropecuária. p. 399. ISBN 978-85-99851-70-8 1.  
24

- 1 Cairns-Fuller, V., Aldred, D., Magan, N. (2005). Water, temperature and gas  
2 composition interactions affect growth and ochratoxin A production by isolates of  
3 *Penicillium verrucosum* on wheat grain. *Journal of Applied Microbiology*, v. 99, n. 05,  
4 p. 1215–1221.  
5
- 6 Chelico, L. *et al.* (2006). Nucleotide excision repair and photoreactivation in the  
7 entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana*, *B. brongniatii*, *B. nivea*, *Metarhizium*  
8 *anisopliae*, *Paecilomyces farinosus*, and *Verticillium lecanii*. *Journal Applied*  
9 *Microbiology*, v. 100, p. 964-972.  
10
- 11 Cirio, G. M., Lima, M. L. R. Z. C. (2003). Métodos de detecção do gênero *Aspergillus*  
12 em sementes de milho (*Zea mays* L.) em 270 dias de armazenamento. *Visão Acadêmica*,  
13 v. 04, n. 1, p. 19-23.  
14
- 15 Dhingra, O. D., Acuña, R.S. (1997). *Patologia de sementes de soja*. Viçosa: Ed. UFV,  
16 119 p.  
17
- 18 Dhingra, O. D. (1985). Prejuízos causados por microorganismos durante o  
19 armazenamento de sementes. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 7(1):139-145.  
20
- 21 Delouche, J. C., Baskin, C. C. (1973). Accelerated aging techniques for predicting the  
22 relative storability of seeds lots. *Seed Science and Technology*, Zurich. v. 1, n. 2, p. 427-  
23 452.  
24

- 1 Dreschel, M. M. (2006). Métodos de desinfecção superficial para obtenção de sementes  
2 de milho livres de microorganismos. In: Baldani, Vera Lúcia Divan.: Embrapa  
3 Agrobiologia (*Embrapa Agrobiologia. Documentos, 212*).p. 16, ISSN1517-8498.  
4
- 5 Farokh, P., Mahmoodzadeh, H., & Satari, T. N. (2010). Response of Seed Germination  
6 of Safflower to UV-B Radiation. *Research Journal of Environmental Sciences*, 4: 70-  
7 74. DOI: [10.3923/rjes.2010.70.74](https://doi.org/10.3923/rjes.2010.70.74) URL: <http://scialert.net/abstract/?doi=rjes.2010.70.74>  
8
- 9 França Neto, J. B. & Henning, A. A. (1984). Qualidades fisiológicas e sanitárias de  
10 sementes de soja. Londrina: *EMBRAPA-CNPSO*, v. 9, p. 39.
- 11 Garcia, D.C., Barros, A. C. S. A., Peske, S. T., Menezes, N. L. (2004). A secagem de  
12 sementes. *Ciência Rural* 34 (2): 603-608.  
13
- 14 Goulart, A. C. P. (2005). Doenças iniciais do algodoeiro – identificação e controle. In:  
15 Zambolim, L. (Ed.). *Sementes: qualidade fitossanitária*. Viçosa, MG: Universidade  
16 Federal de Viçosa, p. 425-449.  
17
- 18 IBGE. (2013). *Levantamento Sistemático da produção Agrícola: pesquisa mensal de*  
19 *previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil / Fundação Instituto*  
20 *Brasileiro de Geografia e Estatística*. Fev. 2013. v. 26, n. 2 p. 76. Rio de Janeiro, RJ,  
21 Brasil. ISSN 0103-443X.  
22
- 23 Jayas, D. S., Khangura, B., White, D. G. (1991). Controlled atmosphere in storage  
24 grains. *Posth News and Inform*, v. 2, n. 6, p. 422-427.

- 1 Hampton, J. G., Tekrony, D. M. (1995). Handbook of vigour test methods. Zurich:  
2 *ISTA*, p. 117.  
3
- 4 Kovacs, E., Keresztes, A. (2002). Effect of gamma and UV-B/C radiation on plant cells.  
5 *Micron*, 33: 199-210.  
6
- 7 Krzyzanowski, F. C., Gilioli, J. L., Miranda, L. C. (1993). Produção de sementes nos  
8 cerrados. In: Arantes, N. E., Souza, P. I. de M. de (Ed.). *Cultura da soja nos cerrados*.  
9 Piracicaba: Potafos, p. 465-522.
- 10 Lacey, J., Magan, N. Fungi in cereal grain: their occurrence and water and temperature  
11 relations. In: *CHELKOWSKI, J. Cereal grain: mycotoxins, fungi and quality in drying*  
12 *and storage*. Elsevier Science, p. 77-118., 1991.  
13
- 14 Marcos Filho, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: Fealq, 2005.  
15 495 p: il. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, v. 12) ISBN 85-7133-038-7  
16 CDD 633.  
17
- 18 MOSS, M.O. (1991). Mycology of cereal grain and cereal products. In:  
19 *CHELKOWSKI, J. Cereal grain: mycotoxins, fungi and quality in drying and storage*.  
20 *Elsevier Science*, Cap. 2, p. 23-52.  
21
- 22 Mussi, M. M. (2005). *Germinação e vigor de sementes de girassol (Helianthus annuus*  
23 *L.) submetidas a diferentes concentrações de CO2, períodos de exposição e*  
24 *embalagens*. (Dissertação) Universidade Federal do Paraná, p. 66.

- 1 Nascimento, É. (2009). *Efeito da Radiação UVB em conídios e micélios dos*  
2 *ascomicetos-modelo Aspergillus fumigatos, A. nidulans e Metarhizium anisopliae.* (Tese  
3 de Doutorado). Ribeirão Preto, 143 p.: il. ; 30cm.  
4
- 5 Navarro, S., Donahaye, J. E., Fishman, S. (1994). The future of hermetic storage of dry  
6 grains in tropical and subtropical climates. *Proceedings... 6th International Working*  
7 *Conference on Stored-product Protection*, v. I, p. 130-138.  
8
- 9 Petersson, S., Schnürer, J. (1995). Biocontrol of mold growth in high-moisture wheat  
10 stored under airtight conditions by *Pichia anomala*, *Pichia guilliermondii*, and  
11 *Saccharomyces cerevisiae*. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 61, n. 3, p.  
12 1027-1032.  
13
- 14 Popinigis, F. (1985). *Fisiologia da semente*. Brasília: *AGIPLAN*, p. 289.  
15
- 16 Thomas, J. M. *et al.* (2003). Elevated temperature and carbon dioxide effects on  
17 soybean seed composition and transcript abundance. *Crop Science*. v. 43, n. 4, p.1548-  
18 1557,  
19
- 20 Puzzi, D. (1986). *Abastecimento e armazenagem de grãos*. Ica, p. 603.  
21
- 22 Puzzi, D. (2000). *Abastecimento e armazenamento de grãos*. Instituto Campineiro de  
23 Ensino Agrícola.  
24

1 Torres, M., Frutos, G., Duran, J. M. (1991). Sunflower seed deterioration from exposure  
2 to u.v.-C radiation. **Environmental and Experimental Botany**, v. 31, p. 201-207, Issue  
3 2, Elsevier, 1991. Published in Great Britain. DOI:<[http://dx.doi.org/10.1016/0098-  
5 8472\(91\)90071-U](http://dx.doi.org/10.1016/0098-<br/>4 8472(91)90071-U)>.

5 Vieira, R. D., Carvalho, N. M. Teste de vigor em sementes. Jaboticabal: *FUNEP*, 1994.  
6 164p.

7

8 Vieira, R. D., Krzyzanowski, F. C. (1999). Teste de condutividade elétrica. In:  
9 Krzyzanowski, F. C., VIEIRA, R. D., FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes:*  
10 *conceitos e testes*. ABRATES, cap. 4, p. 1-26.

11

12 Villa, L. G., Roa, G. & Merino, G. (1979). Secagem e armazenamento de sementes de  
13 soja em silos. In: Seminário Nacional de Pesquisa de Soja, 1. *Anais*.  
14 EMBRAPA/CNPSO, v. 2, p. 279.

15

16 Zardetto, S. (2005). Effect of modified atmosphere packaging at abuse temperature on  
17 the growth of *Penicillium aurantiogriseum* isolated from fresh filled pasta. *Food*  
18 *Microbiology*, v. 22, n. 01, p. 367-371.

19



## 4 DISCUSSÃO

As duas cultivares avaliadas nestes experimentos já vieram do campo com baixa qualidade devido ao grande período de chuvas ocorrido no período de colheita da safra 2012/13. Excesso de chuvas no período em que as sementes permanecem no campo favorece o desenvolvimento de fungos prejudiciais às sementes, além, de acelerar a deterioração das sementes com a expansão e retração das membranas celulares no processo de perda e de ganho de umidade (MARCOS FILHO, 2005).

As duas cultivares diminuíram o seu teor de água durante o período de armazenamento em torno de 1% b.u, não diferindo estatisticamente em nenhum tratamento (Tabela 1 e 3), provavelmente a temperatura de armazenamento de 25 °C e a UR de 60% tenha influenciado nesta perda.

As duas cultivares mantiveram a germinação acima de 80% somente quando foram armazenadas com AC na condição de 1 kPa de O<sub>2</sub> + 30 kPa de CO<sub>2</sub>. O alto CO<sub>2</sub> e o baixo O<sub>2</sub> provavelmente diminuíram o metabolismo das sementes e o gasto das reservas da semente. Segundo Banks (1982), o uso desta técnica em grãos de baixa umidade é eficaz em longos períodos de armazenamento. Em experimentos com trigo o autor relata que obteve 87% de germinação em baixo O<sub>2</sub> e somente 39% em ar ambiente.

Na cultivar 'NA 5909 RR' a condutividade elétrica massal aumentou consideravelmente durante o armazenamento (Tabela 3). Isto indica que esta cultivar teve uma considerável redução no vigor e houve diferença entre os tratamentos. A AC com CO<sub>2</sub> de 50 kPa pode ter sido tóxica às sementes, aumentando a condutividade neste tratamento. Santos et al. (1998) não encontraram efeito tóxico em sementes de milho armazenadas com 60% de CO<sub>2</sub> em ambiente hermético e concluíram que a qualidade fisiológica, determinada pelos testes de germinação e vigor, não foi afetada. Os autores ainda relatam que o CO<sub>2</sub> é uma alternativa viável para substituição de fumigantes como o brometo de metila, por se tratar de um gás inerte que não promove o acúmulo de resíduos tóxicos nos sementes. Deste modo, espécies podem ter diferentes reações ao alto CO<sub>2</sub> e este efeito negativo também pode ser atribuído à presença de alto O<sub>2</sub>.

A cultivar 'BMX Potência RR' também teve um aumento na condutividade elétrica massal, mas este não foi na intensidade da outra cultivar (Tabela 1), não havendo diferença

entre os tratamentos. De acordo com Marcos Filho (2005), quanto maior a qualidade das sementes menor será a influência das condições de armazenamento.

As duas cultivares perderam massa durante o armazenamento, sendo que a cultivar 'NA 5909 RR' perdeu mais massa, mesmo tendo uma umidade inicial menor que a cultivar 'BMX Potência RR'. O teor de água das sementes da cultivar 'NA 5909 RR' também foi menor em relação à outra cultivar. Provavelmente devido à baixa qualidade das sementes, estas podem ter respirado mais e suas reservas perdidas na oxidação.

Na emergência de plântula a campo, novamente a AC mostrou-se mais eficiente na conservação das sementes. Nas duas cultivares o alto CO<sub>2</sub> e o baixo O<sub>2</sub> conservou melhor a qualidade da semente que a testemunha. A emergência de plântula a campo, com contagem efetuada aos 10 dias, é o parâmetro que mais se aproxima do ambiente de uma lavoura comercial. Deste modo, pode se dizer que o desenvolvimento das plântulas de soja é afetado positivamente pela condição de AC com 1 kPa de O<sub>2</sub> + 30 kPa de CO<sub>2</sub>.

A incidência de *Aspergillus flavus* e *Fusarium* spp. não foi inibida pelas condições de armazenamento nas cultivares avaliadas (Tabela 2 e 4), somente houve diferença entre os tratamentos na incidência de *Penicillium* spp. Apesar da presença destes fungos, a germinação e o vigor das sementes não foi afetado após o armazenamento, o que, provavelmente, se deve à baixa umidade das sementes durante este período, que não proporcionou aos fungos um ambiente favorável para seu desenvolvimento e produção de toxinas que deterioram as sementes (DHINGRA & ACUNÃ, 1997).

## 5 CONCLUSÃO

As sementes das cultivares de soja avaliadas nos experimentos apresentaram baixo potencial de armazenamento e já vieram com baixa qualidade do campo.

A AC com pressões parciais de 1 kPa de O<sub>2</sub> + 30 kPa de CO<sub>2</sub> apresenta os melhores resultados na conservação da germinação, podendo ser utilizada em regiões de clima quente, não aptos ao armazenamento tradicional.

O armazenamento de sementes de baixa qualidade não é recomendado pelo período de seis meses a 25 °C e UR de 60% em silos convencionais.

A presença de fungos de armazenamento, principalmente *Aspergillus flavus* nas sementes das duas cultivares não afeta a germinação.

## REFERÊNCIAS

BANKS, H. J.; MCCABE, J. B. (1988) Uptake of carbon dioxide by concrete and implications of this process for grain storage. **Journal of Stored Products Research**. 24, 183-192.

BANKS, H. J. et al. Experimental and commercial modified atmosphere treatments of stored grain in Australia. **In Controlled Atmosphere Storage of Grains** (Edited by Skejbal J.) p. 207-224, 1980.

BRACKMANN, A. *et al.* Conservação de Três Genótipos de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do Grupo Carioca em Armazenamento Refrigerado e em Atmosfera Controlada. **Ciência Rural**, v. 32, n. 6, p. 911-915, 2002.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Editora Funep, Jaboticabal: Editora Funep, 2000, 588p.

COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. **Mycotoxins: economics and health risks**. Ames: Council for Agricultural Science and Tecnology, 2003. (Task Force Report, 139).

DELOUCHE, J. C. Seed maturation. In: **HANDBOOK of seed technology**. Missisipi: Mississippi State University. p.17-21, 1971.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. **Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seeds lots**. Seed Science and Technology, Zurich. v. 1, n. 2, p. 427-452. 1973.

DELOUCHE, J. C. Physiology of seed storage. In: **Proc. Short Course for Seedsmen**. Mississippi State University. 1979.

DHINGRA, O. D.; ACUÑA, R. S. **Patologia de sementes de soja**. Viçosa: Ed. UFV, 1997. 119 p.

DHINGRA, O. D.; SILVA JUNIOR, G. J.; RODRIGUES, F. Á. Patologia de Sementes. In: SEDYAMA, T. **Tecnologias de produção de sementes de soja**. SEDYAMA, Tuneo, (Ed.). – Londrina: Mecenias, 2013. p 135. 352 p. ISBN 978-85-89-687-11-9. CDU: 633.34

DRESCHER, M. M. Métodos de desinfecção superficial para obtenção de sementes de milho livres de microorganismos. In: BALDANI, Vera Lúcia Divan: Embrapa Agrobiologia, 2006. 16 p. (**Embrapa Agrobiologia. Documentos, 212**). Seropédica/RJ, Brasil, ISSN1517-8498.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja na região central do Brasil, 2004**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2004. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producao soja/SojanoBrasil.htm>>. Acesso em 04 jan. 2014.

FEHR, W. R. *et al.* Stage of development descriptions for soybeans, *Glicine max* (L.) Merrill. **Crop Science**. 11:929-931, 1971.

IBGE. **Levantamento Sistemático da produção Agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil / Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. - Fev. 2013. v. 26, n. 2, p. 76. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISSN 0103-443X.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p: il. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, v. 12) ISBN 85-7133-038-7 CDD 633.

NOGUEIRA, A.P.O.; SEDIYAMA, T. Desenvolvimento, Morfologia e Germinação da semente. In: SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção de sementes de soja**. SEDIYAMA, Tuneo, (Ed.). – Londrina: Mecenias, 2013. p 45. 352 p. ISBN 978-85-89-687-11-9. CDU: 633.34

NEWMAN, C. R. Application of sealing technology to permanent grain storage in Australia. **9<sup>th</sup> International Working Conference on Stored Products Protection, 2006**. Campinas, São Paulo, Brasil. 2006.

PESKE, S. T.; BAUDET, L. M.; VILELLA, F. A. Tecnologia de pós-colheita para sementes. In: SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção de sementes de soja**. SEDIYAMA, Tuneo, (Ed.). – Londrina: Mecenias, 2013. p 327. 352 p. ISBN 978-85-89-687-11-9. CDU: 633.34

ROCHA, V. L. M. *et al.* 1990. **A qualidade da semente da soja**. Viçosa: UFV, 76p.

RODRÍGUEZ, J. C. *et al.* Almacenaje de granos en bolsas plásticas: sistema silobag. **EEA INTA Balcarce**, 2002. Disponível em: <<http://anterior.inta.gob.ar/f/?url=http://anterior.inta.gob.ar/balcarce/info/documentos/agric/posco/granos/silobag.htm>>. Acesso em: 01 Jan, 2014.

SANTOS, D. S.; SANTOS, J. P.; VILELA E. R. **Altos teores de CO<sub>2</sub> no controle de *Sitophilus zeamais* em milho**. Revista Brasileira de Armazenamento. Viçosa, MG, Brasil. 3 (1): 03 de outubro de 1998.

SEDYAMA et. al., 1996. **Cultura da soja – I parte**. 3. Reimpressão. Viçosa: UFV, 96p.

SEDYAMA, T.; TEIXEIRA, R. de C.; REIS, M. S. 2005. Melhoramento da soja. In : BOREM, A. (Ed.) **Melhoramento das espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005.p. 553-604.

SEDYAMA, *et al.* Genética e Melhoramento. In: MIYASACA, S.; MEDINA, J. C.; (Eds). **A Soja no Brasil**. ITAL, Campinas, p. 209-275. 1981.

SEDYAMA, T. **Tecnologias de produção de sementes de soja**. SEDYAMA, Tuneo, (Ed.). – Londrina: Mecenias, 2013. 352 p. ISBN 978-85-89-687-11-9. CDU: 633.34

TORRES, M.; FRUTOS, G.; DURAN, J. M.; Sunflower seed deterioration from exposure to u.v.-C radiation. **Environmental and Experimental Botany**. Volume 31, Issue 2, Elsevier, April 1991, Pages 201–207, Madrid, Spain, Published in Great Britain. DOI:<[http://dx.doi.org/10.1016/0098-8472\(91\)90071-U](http://dx.doi.org/10.1016/0098-8472(91)90071-U)>.

USDA. **Balance crop 2014**. United States Department of Agriculture, 10 jan. 2014. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>>. Acesso em 12 jan. 2014.

VILLERS, P.; NAVARRO, S.; BRUIN, T. de. Development of HermeticStorage Technology in Sealed Flexible Storage Structures. **Controlled Atmosphere and Fumigation (CAF)** Conference in Chengdu, China, September, 2008. p. 1-12.

WEBER, E. A. Silos Helicoidais Herméticos. **Weber Tecnologia Ltda**. Panambi, Rio Grande do Sul, Brasil. 2005. Disponível em: <<http://armazenagem.com.br/site/ver.php?codigo=23>>. Acesso em 16 Jan 2014.

WEBER, E. **Excelência em beneficiamento e armazenamento de grãos**. 5. ed. Panambi: Agropecuária, 2005.

ZORTEA, E. B. **Processo para Conservação de Grãos e Sementes por Inertização**. Patentes on-line. Nº Patente: PI8806455-7. 1992. Disponível em: <http://www.patentesonline.com.br/processo-para-conserva-o-de-gr-os-e-sementes-por-inertiza-o-97547.html#adsense1>. Acesso em 04 Jan 2014.

ZUCHI, J.; LACERDA FILHO, A. F. Esfriamento Dinâmico de sementes de soja. **Informativo Abrates**. v. 21. n. 3. p. 30-34. 2011.