

Universidade Federal de Pelotas
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



Dissertação

Resfriamento e Armazenamento de Sementes de Soja: Interações com a Qualidade Fisiológica.

Willian Jose Daronch

Pelotas, 2017

Willian Jose Daronch

**Resfriamento e Armazenamento de Sementes de Soja: Interações com a
Qualidade Fisiológica.**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Sementes
da Faculdade de Agronomia da
Universidade Federal de Pelotas,
como requisito parcial à obtenção do
título de Mestre em Ciência e
Tecnologia de Sementes.

Orientadora: Prof. Dr. Francisco Amaral Villela

Pelotas, 2017

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

D224r Daronch, Willian Jose

Resfriamento e armazenamento de sementes de soja:
interações com a qualidade fisiológica. / Willian Jose
Daronch ; Francisco Amaral Villela, orientador. — Pelotas,
2018.

41 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação
em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de
Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas,
2018.

1. Semente. 2. Soja. 3. Qualidade. 4. armazenamento.
5. Resfriamento dinâmico. I. Villela, Francisco Amaral,
orient. II. Título.

CDD : 631.521

Willian Jose Daronch

Resfriamento e Armazenamento de Sementes de Soja: Interações com a
Qualidade Fisiológica.

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: Dezembro de 2017.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Francisco Amaral Villela
(FAEM/UFPEL)

Eng. Agr. Dr. Geri Eduardo Meneghello
(FAEM/UFPEL)

Eng. Agr. Dr. Evaldo Cervieri Filho
(Vetor Seeds)

Prof Dr. Ádamo de Souza Araújo
(UNIPAMPA)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por mais um sonho concretizado, a minha família pelo apoio que sempre tem me proporcionado durante a minha caminhada, aos professores que me apoiaram no decorrer do curso, em especial ao Dr Geri E. Meneghello. e ao Dr. Evaldo Cervieri Filho. juntamente a empresa Uniggel Sementes, que sempre tem buscado me incentivar para o aprimoramento profissional.

RESUMO

DARONCH, Jose Willian. **Resfriamento e Armazenamento de Sementes de Soja: Interações com a Qualidade Fisiológica.** 39 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao resfriamento no momento do ensaque e mantidas resfriadas em armazém com temperatura controlada ou não. O armazenamento foi realizado em um armazém resfriado e outro não. Utilizaram-se sementes de soja, variedade M 9144RR, produzidas na empresa Uniggel Sementes, localizada na ROD TO 255, Lagoa da Confusão – TO. Durante o beneficiamento e o ensaque, o lote foi subdividido em sub lotes, para compor o material experimental a ser utilizada em cada uma das formas de resfriamento/armazenamento das sementes. No experimento foram utilizados 4 formas de armazenamento, assim denominadas: 1): lotes de sementes resfriada dinamicamente e acondicionada em armazém climatizado(R,C); 2): lotes de sementes resfriada dinamicamente e acondicionada em armazém não climatizado(R,NC); 3): lotes de sementes não resfriada dinamicamente e acondicionada em armazém climatizado(NR,C); 4): lotes de sementes não resfriada dinamicamente e acondicionada em armazém não climatizado-(NR,NC). Durante o armazenamento, foram monitoradas a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e a temperatura da massa de sementes. As sementes foram submetidas testes de germinação, tetrazólio (viabilidade e vigor), e emergência de plântulas em canteiro. As amostras foram coletadas em seis épocas (0, 45, 90 e 135 dias). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em fatorial 2x2x4 (dois procedimentos de resfriamento, duas condições de armazenamento e quatro épocas de avaliação). Concluiu-se que o resfriamento artificial a 13°C no ensaque seguido de manutenção em armazém resfriado sob temperatura de 20°C assegura a preservação da qualidade fisiológica de sementes de soja, por 135 dias. A germinação das sementes submetidas ao resfriamento dinâmico é mantida durante o armazenamento sob condições controladas ou não de ambiente. Nota-se a importância do aparelho *Cool Seeds* na manutenção da qualidade das sementes durante o armazenamento.

Palavras-chave: Semente; soja; qualidade; armazenamento; resfriamento dinâmico.

ABSTRACT

DARONCH, Jose Willian. **Cooling and Storage of Soybeans Seeds: Interactions with Physiological Quality** 39 f. Tesis (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

The objective of the present work was to evaluate the physiological quality of soybean seeds submitted to cooling at the moment of the bagging and kept refrigerated in controlled temperature storage or not. The storage was carried out in one cold storege place and another no. It was used soybean seeds, variety M 9144RR, produced in the harvest at Unigel Seeds, located at ROD TO 255, Lagoa da Confusão - TO. During processing and bagging, the lots were subdivided into sub-lots, to compose the experimental material to be used in each of the cooling and storage forms of the seeds. In the experiment was used 4 forms of storage, so-called: 1) seed lots cooled dynamically and conditioned in an air-conditioned warehouse (R, C); 2): seed lots dynamically cooled and packed in non-heated storage (R, NC); 3): seed lots were not dynamically cooled and packaged in air-conditioned storage (NR, C); 4): lots of seeds not dynamically cooled and stored in an unheated warehouse (NR, NC). During storage, an air temperature and moisture relative was monitored, to a set mass temperature. Seeds germination, tetrazolium (viability and vigor), and emergence of seedlings in the seedbed were submitted to seeds. The samples were collected in six seasons (0, 45, 90 and 135 days). The complete and fully automated experimental design, in 2 x 2x4 (two cooling procedures, two storage conditions and four epochs of evaluation). It was concluded that the artificial cooling at 13°C without bagging followed by maintenance in cold storage under a temperature of 20°C ensuring a physiological quality of soybean seeds for 135 days. A germination of the seeds subjected to dynamic cooling and maintained during storage under controlled or non-ambient conditions. It is possible to note the importance of the device "Coolseeds" in maintaining the seed quality during the storage.

Keywords: Seed; soybeans; quality; storage; dynamic cooling.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Tetrazólio-vigor de sementes de soja, cultivar M 9144 RR, resfriadas (R) ou não resfriadas (NR), submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado (C) e não climatizado (NC). 28
- Figura 2.** Germinação de sementes de soja, cultivar M 9144 RR resfriadas (R) ou não resfriadas (NR), submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado (C) e não climatizado (NC). 29
- Figura 3.** Emergência de plântulas oriundas de sementes de soja, cultivar M 9144 RR, resfriadas (R) ou não resfriadas (NR), submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado (C) e não climatizado (NC). 30
- Figura 4.** Sementes mortas de soja, cultivar M 9144 RR, resfriadas (R) ou não resfriadas (NR), submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado (C) e não climatizado (NC). 31
- Figura 5.** Plântulas anormais oriundas de sementes de soja, cultivar M 9144 RR, resfriadas (R) ou não resfriadas (NR), submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado (C) e não climatizado (NC). 32

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Resumo da análise de variância, para as variáveis tetrazólio-vigor (TZ Vigor), tetrazólio-viabilidade (TZ Viabilidade), germinação (G), emergência de plântulas (EP), porcentagem de sementes mortas (SM) e porcentagem de plântulas anormais (PA) obtidas de sementes de cultivar M9144 RR, em função da condição de armazenamento (CA – armazém climatizado e não climatizado), condição da semente (CS – resfriada e não resfriada) e períodos de armazenamento (PA)..... | 23 |
| Tabela 2. Tetrazólio-vigor de sementes de soja, cultivar M9144 RR resfriadas ou não resfriadas, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado e não climatizado..... | 24 |
| Tabela 3. Tetrazólio-viabilidade de sementes de soja, cultivar M9144 RR , resfriadas ou não resfriadas, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado e não climatizado..... | 25 |
| Tabela 4. Germinação de sementes de soja, cultivar M9144 RR, resfriadas ou não resfriadas, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado e não climatizado..... | 25 |
| Tabela 5. Emergência de plântulas de sementes de soja, cultivar M9144 RR , resfriadas ou não resfriadas, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado e não climatizado..... | 26 |
| Tabela 6. Sementes mortas de soja, cultivar M9144 RR, resfriadas ou não resfriadas, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado e não climatizado. | 27 |
| Tabela 7. Plântulas anormais oriundas de sementes de soja, cultivar M9144 RR , resfriadas ou não resfriadas, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado e não climatizado. | 27 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 10 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 12 |
| 2.1. Cenário da Soja | 12 |
| 2.2. Sementes de Soja..... | 13 |
| 2.3. Fatores Relacionados às Sementes de Soja | 14 |
| 2.3.1. Fatores Genéticos..... | 14 |
| 2.3.2. Fatores Físicos | 15 |
| 2.3.3. Fatores Fisiológicos | 15 |
| 2.4. Qualidade de Sementes de Soja..... | 16 |
| 2.5. Armazenamento das Sementes | 17 |
| 2.6. Resfriamento Artificial de Sementes | 17 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 20 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 23 |
| 4.1. Avaliação da qualidade fisiológica das sementes. | 23 |
| 5. CONCLUSÃO..... | 33 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 34 |

1. INTRODUÇÃO

A soja, (*Glycine max* (L.) Merrill), é uma cultura de grande importância mundial, de interesse comercial relacionado ao seu alto teor de proteína e óleo, além de sua produtividade. Destaca-se no Brasil por ser o grão campeão em exportações e geração de emprego. Ultimamente, vem se expandindo, também, seu consumo in natura, pois além de ser rica em proteína e óleo, é fonte de minerais como ferro, cálcio, fósforo, potássio e vitaminas do complexo B (SALES et al., 2016).

É uma cultura que exerce papel fundamental na aceleração da mecanização de lavouras e abertura de novas fronteiras agrícolas, além de incrementar o PIB brasileiro por meio do comércio internacional. No estado do Tocantins a soja desponta entre todo o cultivo de grãos, possuindo a maior área cultivada, credenciando-se, como carro chefe de exportação para o mercado mundial (SECRETARIA DA AGRICULTURA E PECUÁRIA, 2011). O Estado possui vantagens no cultivo da soja em relação aos demais, como condições edafoclimáticas favoráveis, abundância de recursos hídricos e localização geográfica privilegiada (PELUZIO et al. 2006).

A qualidade da semente é um fator determinante para obtenção da produtividade esperada e o armazenamento é uma prática fundamental para a manutenção da qualidade fisiológica. Tal processo visa à preservação da viabilidade das sementes, bem como, a manutenção de seu vigor até a futura semeadura (SMANIOTTO et al., 2014).

A armazenagem de produtos constitui-se em excelente alternativa para atender à logística de produção e comercialização de alimentos, auxiliando na manutenção da qualidade dos produtos. De acordo com Demito e Afonso (2009), a redução da temperatura é uma técnica economicamente viável para a preservação da qualidade de sementes armazenadas. O resfriamento artificial consiste na insuflação de grandes volumes de ar resfriados artificialmente, a aproximadamente 12°C, e insuflado a baixa velocidade através da massa de grãos (LAZZARI et al., 2006). O processo de resfriamento, segundo Rigueira et al. (2009), reduz a taxa respiratória dos grãos, retardando também o desenvolvimento dos insetos-praga e da microflora presente, independentemente das condições climáticas da região.

Em regiões de clima quente a temperatura do ar ambiente é muito alta para se resfriar a massa de sementes por meio da aeração, logo, tais condições incorrem na necessidade da ventilação por meio do resfriamento das sementes com ar frio produzido artificialmente (resfriamento dinâmico), constituindo-se em alternativa para manter a qualidade fisiológica das sementes (MAIER; NAVARRO, 2002).

Desta forma, informações a respeito do comportamento das sementes diante das prováveis condições climáticas que ocorrem durante o armazenamento podem auxiliar na tomada de decisão sobre o armazenamento do produto com base na relação custo-benefício, decorrente de possíveis reduções de qualidade na estocagem.

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas a diferentes técnicas de armazenamento, em Lagoa Da Confusão – TO.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A soja é um dos mais antigos produtos agrícolas que a humanidade conhece. Sua importância na dieta alimentar da antiga civilização chinesa era tal que, a soja, juntamente com o trigo, arroz, centeio e milho, era considerada um grão sagrado, com direito a ceremoniais ritualísticos na época do cultivo e da colheita. O Ocidente ignorou o seu cultivo até a segunda década do século vinte, quando os Estados Unidos (EUA) iniciaram sua exploração comercial, primeiro como forrageira e posteriormente, como grão. O primeiro registro de cultivo de soja no Brasil data de 1914, no município de Santa Rosa/RS, mas foi somente a partir dos anos 1940 que ela adquiriu alguma importância econômica, merecendo o primeiro registro estatístico nacional em 1941, no Anuário Agrícola do RS (EMBRAPA, 2003).

Na alimentação humana, é utilizada na elaboração de vários produtos. Suas sementes apresentam elevados teores de lipídeos e proteínas, lhe conferindo grande importância agrícola e econômica, e seus principais derivados utilizados são o óleo e o farelo de soja na alimentação humana e animal. O farelo de soja é a maior fonte de proteína de origem vegetal, largamente utilizado na indústria de rações, principalmente para alimentação de aves, suínos e bovinos.

2.1. Cenário da Soja

A cultura da soja, por sua importância econômica, tem se destacado na agricultura brasileira. O Brasil é o segundo maior produtor do mundo, apresentando na safra 2015/2016 uma produção de 95,6 milhões de toneladas, em uma área cultivada de 33,2 milhões de hectares (EMBRAPA, 2016). Segundo Vello e Silva (2006), a grande importância econômica da cultura da soja é decorrente do óleo de excelente qualidade para a alimentação humana e para a produção de biodiesel. Além disso, contribui com seu farelo rico em proteína (resultante do esmagamento do grão para extração de óleo), que apresenta um alto valor nutricional e é utilizado na elaboração de rações para animais.

A utilização de biodiesel como combustível tem sido promissor no mundo inteiro, por efeito de um mercado recente, devido a fatores como sua elevada contribuição ao meio ambiente, com a redução qualitativa e quantitativa dos níveis de poluição ambiental, principalmente, nos grandes centros urbanos, e por se tratar de uma fonte de energia renovável em substituição ao óleo diesel e outros derivados do petróleo (CLEMENTE; CAHOON, 2009). A soja, por apresentar ampla adaptação climática no Brasil, logística favorável e resistência a flutuações de preços do mercado, corresponde a 90% da matéria prima utilizada na produção de biodiesel (BARBOSA et al., 2011).

Na safra 2016/17, houve um acréscimo de 12,8% na produção da soja, atingindo 107,6 milhões de toneladas, com aumento de 12,2 milhões de t. Houve ainda um incremento de 1,9% na área cultivada na safra 2016/17, aumentando de 33.251,9 mil hectares para 33.878,8 mil hectares, em comparação à safra anterior (CONAB, 2017).

Diante deste cenário de crescimento da cultura da soja, nota-se a necessidade de tecnologias e aprimoramento de ferramentas que auxiliem no manejo da cultura. Cultivares melhoradas e técnicas de manejo agrícola são essenciais para maximizar os rendimentos da cultura, alcançando um novo patamar de produtividade.

2.2. Sementes de Soja

Semente difere do grão por ser produzida com finalidade de semeadura, e o grão é produzido para ser utilizado para outros fins, embora sejam morfologicamente semelhantes. A utilização de sementes de alta qualidade é um fator de extrema importância na produção final da cultura da soja. No processo de produção de sementes de qualidade alguns cuidados são requeridos, bem como o cumprimento de leis e normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura e outros mecanismos reguladores (PESKE, 2012).

A condução de lavoura de alto nível tecnológico, colheita no momento oportuno, ou seja, com umidade de 17 a 18%, um sistema de secagem adequado, máquinas tanto na colheita como no beneficiamento com tecnologias avançadas e um sistema de resfriamento da massa de semente

para garantir a preservação da qualidade do lote, mantendo a germinação, o vigor e o controle de fungos e pragas, são práticas recomendadas e que devem ser adotadas.

A semente de soja tem seu grau de umidade dependente do meio onde se encontra, pois é altamente higroscópica, sendo muito prejudicada caso venha a passar por uma série de ciclos de umedecimento e secagem, pois reduzem a proteção da semente e interferem no seu desempenho em campo (FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

Na produção de sementes de soja, as regiões de temperaturas mais amenas são as mais procuradas pelos produtores. A temperatura e a umidade, durante a colheita são grandes desafios para a produção de sementes de cultivares de alta qualidade. De acordo com Lazzari et al. (1997), temperaturas e teores de água elevados favorecem um maior crescimento fúngico. Smaniotto et al. (2014) afirmam que há um incremento na taxa respiratória conforme ocorre o aumento da temperatura, que fica na dependência do teor de água das sementes. Portanto, é necessário reduzir rapidamente pelo menos um desses fatores, sendo a temperatura o mais fácil e rápido.

A qualidade da semente está relacionada a quatro componentes: qualidade fisiológica (sementes com alto vigor e germinação); qualidade sanitária (sementes com reduzida incidência de patógenos que poderão ser a fonte de doenças); qualidade genética (sementes livres de misturas com sementes de outras cultivares) e qualidade física (sementes com elevada pureza física, adequado teor de água, baixa incidência de danos mecânicos) (KRZYZANOWSKY et al., 2008).

2.3. Fatores Relacionados às Sementes de Soja

2.3.1. Fatores Genéticos

A qualidade genética envolve a pureza varietal, potencial de produtividade, resistência a pragas e doenças, precocidade, qualidade do grão e resistência a condições adversas de solo e clima, entre outros (PESKE et al., 2012). O sucesso de um programa de produção de soja depende da utilização de cultivares adequadas. Além de possuir bons potenciais de produtividade, as

cultivares devem produzir sementes de alta qualidade, o que assegurará a obtenção de estandes adequados de plantas (FRANÇA NETO et al., 2007).

2.3.2 Fatores Físicos

A qualidade física da semente de soja no que concerne a pureza física, uniformidade quanto ao tamanho, adequado teor de água e incidência de dano mecânico é importante para o estabelecimento da lavoura. A integridade física é fundamental para o pleno desempenho no campo e quanto à germinação e à emergência de plântula (FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

De acordo com Bunch (1962), sementes mecanicamente danificadas não mantêm o vigor e a viabilidade durante o armazenamento devido ao fato de que danos interferem na taxa de respiração e permitem a entrada de microrganismos.

2.3.3 Fatores Fisiológicos

Inicialmente, na fase de campo, as condições climáticas adversas, que ocorrem no período que vai desde a semeadura até a colheita, podem causar um aumento da velocidade de deterioração da semente de soja. As causas desta deterioração são altas temperaturas, alta umidade e alternância dessas condições (PESKE et al., 2006).

A deterioração por umidade é a fase desse processo que ocorre após a maturidade fisiológica, antes, porém, de a semente ser colhida. É um dos fatores mais decrementais que afetam a qualidade da semente de soja (FRANÇA-NETO et al., 2007).

Na fase final do processo de maturação e na operação de colheita, há necessidade de cuidados críticos para obtenção de sementes de alta qualidade, o momento em que a semente atinge um grau de umidade adequado para a colheita mecanizada pode ser extremamente prejudicial, principalmente se ocorrerem flutuações de temperatura e de umidade relativa (MARCOS FILHO et al., 1985).

2.4. Qualidade de Sementes de Soja

A qualidade fisiológica da semente pode ser definida como a capacidade de desempenhar funções vitais, caracterizada pela germinação, vigor e longevidade (POPINIGIS, 1977). A diminuição do poder germinativo e do vigor é a manifestação mais acentuada da deterioração das sementes. Em sementes com baixo vigor podem haver reduções na velocidade de emergência, na produção de biomassa seca e nas taxas de crescimento das plantas, podendo afetar o estabelecimento da cultura, seu desempenho ao longo do ciclo e produtividade final (HENNING et al., 2010).

Vários são os fatores capazes de influenciar a qualidade da semente de soja, em toda a fase produtiva da cultura até as demais etapas de produção, como colheita, secagem, beneficiamento, armazenamento e transporte. Dentre tais fatores estão as altas temperaturas durante a maturação, alterações das condições de umidade no ambiente, no campo ou durante o armazenamento, além de técnicas inadequadas de colheita.

Durante o processo final de maturação e na operação de colheita, cuidados críticos são necessários a fim de manter a integridade das sementes. O teor de água da semente no campo é capaz de facilitar ou não sua quebra, principalmente se tal fato estiver aliado à regulagem malfeita de máquinas (EMBRAPA, 2006).

Mesmo em condições favoráveis de armazenamento, a qualidade da semente não pode ser melhorada, pode apenas ser mantida. Carvalho e Nakagawa (2012) afirmam que sementes cujas estruturas morfológicas e fisiológicas sofreram algum tipo de deterioração, não têm capacidade de restaurar os tecidos danificados, durante o armazenamento, e ter energia para permitir o reinício do crescimento do embrião e formação de uma planta com capacidade de desenvolvimento no campo.

2.5. Armazenamento das Sementes

O principal objetivo do armazenamento é a manutenção da qualidade das sementes, reduzindo ao mínimo a deterioração. O armazenamento inicia quando as sementes atingem a maturidade fisiológica pouco antes da colheita e termina na semeadura. Durante todo esse período, uma série de fatores influenciam o potencial de armazenamento das sementes. Esses fatores são especialmente importantes nos períodos de pré e pós-colheita, até que as sementes já embaladas entram no armazém. Esse período determina o nível de qualidade inicial com que as sementes estão entrando ou iniciando o armazenamento definitivo (PESKE et al., 2012).

A preservação da qualidade das sementes durante o armazenamento, ou seja, da colheita até o momento da semeadura, é um aspecto fundamental a ser considerado no processo produtivo, pois os esforços despendidos na fase de produção podem não ser efetivos se a qualidade das sementes não for mantida, no mínimo, até a época da semeadura (OLIVEIRA et al., 1999).

Para Baudet e Villela (2012), a deterioração da semente é um processo irreversível, não se pode ser impedida, mas é possível retardar sua velocidade por meio do adequado e eficiente manejo das condições ambientais durante o armazenamento em condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar, o que permite a conservação por longos períodos de tempo.

2.6. Resfriamento Artificial de Sementes

O armazenamento é um ponto importante na produção de soja, especialmente em algumas regiões do Brasil, onde ocorrem altas temperaturas e umidade relativa (ZUCHI et al., 2013). De acordo com Toledo et al. (2009), a capacidade de manutenção da qualidade das sementes durante o período de armazenamento sofre influência de muitos fatores, como o teor de água com que as sementes foram armazenadas, embalagens utilizadas para conservação, temperatura e umidade relativa do ar durante o armazenamento.

A partir da maturidade fisiológica, as sementes se desligam fisiologicamente da planta mãe e, quando são colhidas, passa a ser do homem

a responsabilidade de conservação nas melhores condições, durante o armazenamento.

Após colhidas, geralmente as sementes são transportadas para Unidades de Beneficiamento de Sementes (UBS's) onde são realizadas várias operações unitárias como: recepção, pré-limpeza, secagem, limpeza, classificação e ensacamento, seguindo para a manutenção em armazém convencional ou climatizado (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Porém, na maioria das vezes, não existe controle da temperatura durante a operação de ensacamento. Assim, a semente se encontra em equilíbrio térmico com o ambiente.

É comum, em estados do Norte e Centro-Oeste, que as temperaturas noturnas sejam mais amenas em relação às temperaturas diurnas. É normal que as temperaturas diurnas alcancem 38°C, refletindo diretamente na temperatura da semente no momento da colheita. No processo de beneficiamento é importante reduzir esta temperatura, até o momento do ensaque.

As condições climáticas, principalmente na armazenagem, exercem papel decisivo sobre as sementes, visto que fatores qualitativos da sanidade e vigor influenciam sua capacidade de produzir plantas produtivas. Temperatura e umidade são os dois fatores decisivos na manutenção da qualidade das sementes durante a armazenagem (BARRETO; DEMITO, 2009), e são fatores decisivos para a manutenção do poder germinativo das sementes durante o período de armazenagem, uma vez que, se não controlados, poderão ocasionar reduções na qualidade.

O resfriamento artificial de sementes é obtido pela redução da quando a temperatura abaixo da temperatura ambiente, usando-se um sistema mecânico de resfriamento que permite insuflar ar frio através da massa de sementes e manter a temperatura baixa (MAIER; NAVARRO, 2002). Segundo Barreto e Demito (2009), o resfriamento artificial de sementes de soja pode ocorrer de duas formas, por meio do resfriamento artificial estático de sementes ou pelo resfriamento artificial dinâmico.

O resfriamento artificial estático consiste na insuflação de ar frio na massa de sementes, armazenadas em silos, conduzindo o ar em sistema de ventilação por meio da movimentação mecânica do ar proveniente do

ventilador centrífugo do equipamento resfriador, até atingir a temperatura desejada na massa de sementes. Já no resfriamento artificial dinâmico, a semente é resfriada no seu movimento descendente por ação da gravidade em silos projetados para esta finalidade. O ar frio é conduzido em sentido contracorrente com o fluxo do produto. Este processo não altera a umidade inicial da semente, não ocasiona choque térmico e não há condensação de vapor de água na superfície da semente, pois o ar insuflado é frio e seco (BARRETO; DEMITO, 2009).

O resfriamento artificial constitui-se em importante alternativa para a conservação de sementes em armazém convencional, pois sementes frias e secas diminuem o desenvolvimento dos principais microrganismos e insetos de armazenamento. Temperaturas mais baixas reduzem a taxa de metabolismo desses organismos evitando que causem danos à semente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na empresa -Unigge Sementes, localizada na ROD TO 255, Lagoa da Confusão – TO. Foi utilizado um lote 27.000 kg de sementes de soja já beneficiado, cultivar de ciclo tardio M9144 RR, produzido na safra 2015/2015.

No experimento foram utilizados quatro técnicas de armazenamento, assim denominadas: 1): lote de sementes resfriadas dinamicamente e acondicionadas em armazém climatizado (C - R); 2): lote de sementes resfriadas dinamicamente e acondicionadas em armazém não climatizado (R - NC); 3): lote de sementes não resfriadas dinamicamente e acondicionadas em armazém climatizado (C – NR); 4): lote de sementes não resfriadas dinamicamente e acondicionadas em não armazém climatizado- (NR - NC).

Durante o beneficiamento e o ensaque, o lote foi subdividido em sublotes, para compor o material experimental a ser utilizado em cada uma das técnicas de resfriamento e armazenamento das sementes. Posteriormente, cada sublote foi acondicionado em oito embalagens (*bigbag*), de polipropileno trançado com dimensões de 1,20 x 1,05 x 1,05 m, com capacidade individual aproximada de 850 kg.

No momento do ensaque, dois sublote foram mantidos em condições ambientais de temperatura não controlada, sem receber o tratamento dinâmico de ar, na qual a massa de sementes apresentava temperatura aproximada de 34°C, e os outros dois sublotes foram submetidos ao resfriamento dinâmico durante o beneficiamento por meio de um resfriador da marca Coolseed, modelo PCS 120, com uma capacidade frigorífica de 363.636 kcal.h⁻¹, resfriando em torno 20 toneladas em um período de 2,5 horas e reduzindo a temperatura média da massa para 13 °C aproximadamente.

Todo o processo dinâmico de resfriamento foi realizado dentro de módulos resfriadores, com capacidade estática de 20 toneladas, sendo que o ar frio, obtido artificialmente, foi conduzido por tubulações específicas de ventilação à baixa velocidade e insuflado através da massa de sementes a uma temperatura de 13° C.

No momento que o ar tratado e resfriado cruzava a massa de sementes, ocorria a troca de calor e umidade diminuindo no decorrer do tempo a temperatura.

As sementes de cada técnica de resfriamento foram divididas em duas partes compostas por dezesseis *bigbag* cada parte e mantida em dois armazéns, sendo um armazém climatizado com resfriamento (AC) e um armazém em condições ambiente (ANC).

O armazém não climatizado possuía as dimensões de 7,5 x 40 x 200 m, capacidade estática de 35.000 m³ e construído em alvenaria composto por paredes simples de tijolo, piso cimentado, teto de zinco, não revestido por manta térmica ou qualquer outra forma de controle de temperatura e umidade relativa, sendo que as sementes ficaram expostas as condições ambientais de temperatura que nesse armazém atingiam em torno de 38°C e umidade relativa que oscilou entre 10% a 90% durante todo o período de armazenamento. O armazém climatizado possuía as mesmas dimensões e características gerais do anterior, no entanto, era revestido por uma manta térmica colocada para diminuir a troca de calor com o ambiente externo, contudo teve a temperatura (20°C) e umidade relativa do ar (45%) controladas, utilizando equipamento de climatização e teto e paredes forradas com chapas de isopor de espessura 100mm.

Foram armazenados em cada um dos ambientes, oito *bigbag's* de cada uma das técnicas de resfriamento por um período de 135 dias.

O experimento foi conduzido até janeiro de 2016, sendo retiradas amostras para avaliação da qualidade das sementes de soja nos períodos 0; 45; 90 e 135, dias após o armazenamento, sendo coletadas três repetições por tratamento e por época. Para coleta foi utilizado um calador manual de 90 cm de comprimento, com seis septos e diâmetro de uma polegada, sendo este introduzido no meio do big bag, coletando 1 kg de semente de soja por amostra. As amostras foram colocadas em caixas de papel e encaminhadas para análise, no laboratório da empresa sementes Uniggel. Foram realizados os seguintes testes para avaliação da qualidade fisiológica das sementes

Teste de germinação: conduzido com oito repetições de cinquenta sementes por amostra, acondicionadas em rolos de papel toalha, umedecido com 2,5 vezes a massa do papel seco e colocadas em câmara de germinação sob temperatura constante de 25°C. As contagens foram efetuadas aos cinco e oito

dias após a semeadura, computando-se as porcentagens de plântulas anormais e normais e sementes mortas e infeccionadas, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009);

Tetrazólio: conduzido com quatro repetições de cinquenta sementes, pré-condicionadas em papel germitest umedecido, com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso e mantida nestas condições por um período de 16 horas em temperatura de 25 °C. Em seguida, as sementes foram depositadas em copos plásticos de 50 ml, sendo totalmente submersas em uma solução de sal de tetrazólio de 0,075%. As sementes permaneceram a temperatura de 40 °C por um período de duas horas para ocorrer a coloração e permitir a interpretação dos dados, conforme a metodologia descrita por França Neto et al. (1998). Computam-se após a interpretação dos resultados de vigor e de viabilidade.

Emergência de plântulas: realizado com quatro repetições de cinquenta sementes por amostra, sendo distribuída em linhas no canteiro em sulcos espaçados de 0,05 metros, com 1,5 metros de comprimento e 0,03 metros de profundidade, mantendo-se as sementes equidistantes. Foram realizadas contagens aos oito dias após a semeadura, computando-se as porcentagens de plântulas emergidas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em parcela subdividida (2x2) x 4, sendo dois procedimentos de resfriamento, duas condições de armazenamento e quatro épocas de avaliação com três repetições. os dados apresentados em porcentagem foram submetidos à transformação, arc. sen raiz($x/100$)), para obter a normalidade dos dados, sendo os dados apresentados na forma original.

A análise estatística foi realizada utilizando o programa Sisvar versão 5-6 (FERREIRA, 2010). Dados submetidos a análise de variância e havendo significância para interação entre os fatores foram realizados os respectivos desdobramentos, com as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey em nível de probabilidade de 5% para os fatores qualitativos e para o fator quantitativo realizou-se análise de regressão polinomial.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação da qualidade fisiológica das sementes.

O resumo da análise de variância (Tabela 1) permite verificar que a interação tripla mostrou significância em nível de probabilidade de 5% para as variáveis tetrazólio vigor, germinação, emergência de plântulas, sementes mortas e plântulas anormais. Para tetrazólio viabilidade houve significância para condição da semente, período de armazenamento e para a interação condição da semente e período de armazenamento.

Tabela 1. Resumo da análise de variância, para as variáveis tetrazólio-vigor (TZ Vigor), tetrazólio-viabilidade (TZ Viabilidade), germinação (G), emergência de plântulas (EP), porcentagem de sementes mortas (SM) e porcentagem de plântulas anormais (PA) obtidas de sementes de cultivar M9144 RR, em função da condição de armazenamento (CA – armazém climatizado e não climatizado), condição da semente (CS – resfriada e não resfriada) e períodos de armazenamento (PAN).

| FV | GL | TZ Vigor | TZ Viabilidade | G | EP | SM | PA s |
|--------------|----|----------|----------------|------|------|-------|------|
| CA | 1 | * | Ns | * | * | * | * |
| CS | 1 | * | * | * | * | * | * |
| CA x CS | 1 | * | Ns | * | * | ns | * |
| Resíduo A | 8 | | | | | | |
| PA | 3 | * | * | * | * | * | * |
| CA x PA | 3 | * | Ns | * | * | * | * |
| CS x PA | 3 | * | * | * | * | * | * |
| CA x CS x PA | 3 | * | Ns | * | * | * | * |
| Resíduo B | 24 | | | | | | |
| CV 1 (%) | | 2,07 | 2,02 | 1,70 | 4,17 | 19,63 | 8,61 |
| CV 2 (%) | | 1,46 | 1,25 | 1,45 | 2,69 | 15,01 | 8,11 |

O vigor, avaliado pelo teste de tetrazólio, das sementes de soja mantidas em armazém climatizado e não climatizado apresentou redução nas sementes não resfriadas em relação às sementes resfriadas, aos 90 e aos 135 dias de armazenamento (Tabela 2).

Aos 90 e 135 dias, as sementes não resfriadas apresentaram vigor superior no ambiente climatizado comparativamente ao ambiente não

climatizado, sendo que aos 135 dias a redução alcançou nove pontos percentuais (Tabela 2).

Tabela 2. Tetrazólio-vigor de sementes de soja, cultivar M9144 RR resfriadas ou não resfriadas, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado e não climatizado.

| Período de Armazenamento (Dias) | Condição da Semente | TZ Vigor (%) | |
|---------------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| | | Condição de Armazenamento | |
| | | Climatizado | Não Climatizado |
| 0 | Resfriada | 91 Aa | 91 Aa |
| | Não Resfriada | 91 Aa | 90 Aa |
| 45 | Resfriada | 89 Aa | 90 Aa |
| | Não Resfriada | 90 Aa | 90 Aa |
| 90 | Resfriada | 90 Aa | 90 Aa |
| | Não Resfriada | 88 Ab | 84 Bb |
| 135 | Resfriada | 91 Aa | 88 Ba |
| | Não Resfriada | 87 Ab | 78 Bb |

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, em cada período de armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Pelo teste de tetrazólio, constatou-se que a viabilidade das sementes não resfriadas foi inferior ao das sementes resfriadas, aos 90 e aos 135 dias de armazenamento, em armazém climatizado e não climatizado (Tabela 3). Adicionalmente, aos 135 dias, a viabilidade das sementes resfriadas mantidas em armazém climatizado mostrou superioridade relativamente ao armazém não climatizado.

Tabela 3. Tetrazólio-viabilidade de sementes de soja, cultivar M9144 RR, resfriadas ou não resfriadas, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado e não climatizado.

| Período de Armazenamento (Dias) | Condição da Semente | TZ Viabilidade (%) | |
|---------------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| | | Condição de Armazenamento | |
| | | Climatizado | Não Climatizado |
| 0 | Resfriada | 95 Aa | 95 Aa |
| | Não Resfriada | 95 Aa | 96 Aa |
| 45 | Resfriada | 94 Aa | 94 Aa |
| | Não Resfriada | 94 Aa | 94 Aa |
| 90 | Resfriada | 95 Aa | 94 Aa |
| | Não Resfriada | 91 Ab | 93 Aa |
| 135 | Resfriada | 95 Aa | 93 Ba |
| | Não Resfriada | 90 Ab | 89 Ab |

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, em cada período de armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Aos 90 dias, nos ambientes climatizado e não climatizado, bem como aos 135 dias, em ambiente não climatizado, a germinação das sementes resfriadas foi mais elevada do que a germinação das sementes não resfriadas (Tabela 4). Além disso, aos 135 dias, a germinação das sementes não resfriadas, mantidas em armazém não climatizado mostrou inferioridade em relação ao armazém climatizado.

Tabela 4. Germinação de sementes de soja, cultivar M9144 RR, resfriadas ou não resfriadas, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado e não climatizado.

| Período de Armazenamento (Dias) | Condição da Semente | Germinação (%) | |
|---------------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| | | Condição de Armazenamento | |
| | | Climatizado | Não Climatizado |
| 0 | Resfriada | 94 Aa | 94 Aa |
| | Não Resfriada | 94 Aa | 95 Aa |
| 45 | Resfriada | 93 Aa | 92 Aa |
| | Não Resfriada | 92 Aa | 92 Aa |
| 90 | Resfriada | 93 Aa | 93 Aa |
| | Não Resfriada | 90 Ab | 85 Bb |
| 135 | Resfriada | 93 Aa | 93 Aa |
| | Não Resfriada | 92 Aa | 83 Bb |

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, em cada período de armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

No que se refere à emergência de plântulas, aos 45 dias, em armazém não climatizado e aos 90 e aos 135 dias, tanto em armazém climatizado quanto em não climatizado, as sementes resfriadas mostraram desempenho superior comparativamente às sementes não resfriadas (Tabela 5).

Por outro lado, as sementes não resfriadas, aos 45 e 90 dias, e as sementes resfriadas ou não, aos 135 dias, tiveram melhor resposta na emergência de plântulas ao serem mantidas em armazém climatizado relativamente ao armazém não climatizado (Tabela 5).

Tabela 5. Emergência de plântulas de sementes de soja, cultivar M9144 RR, resfriadas ou não resfriadas, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado e não climatizado.

| Período de Armazenamento (Dias) | Condição da Semente | Emergência de Plântulas (%) | |
|---------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------|
| | | Condição de Armazenamento | |
| | | Climatizado | Não Climatizado |
| 0 | Resfriada | 94 Aa | 97 Aa |
| | Não Resfriada | 96 Aa | 96 Aa |
| 45 | Resfriada | 92 Aa | 91 Aa |
| | Não Resfriada | 89 Aa | 82 Bb |
| 90 | Resfriada | 92 Aa | 93 Aa |
| | Não Resfriada | 88 Ab | 79 Bb |
| 135 | Resfriada | 94 Aa | 91 Ba |
| | Não Resfriada | 89 Ab | 81 Bb |

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, em cada período de armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Vale destacar que a incidência de sementes mortas (Tabela 6) e de plântulas anormais (Tabela 7) verificada no teste de germinação aos 90 e 135 dias de armazenamento nas sementes não resfriadas, mantidas tanto em armazém climatizado quanto não climatizado, sofreu incremento significativo. Ademais, as sementes resfriadas, aos 90 e aos 135 dias, mostraram desempenho superior em comparação às sementes não resfriadas, ao serem mantidas em armazém climatizado.

Tabela 6. Sementes mortas de soja, cultivar M9144 RR, resfriadas ou não resfriadas, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado e não climatizado.

| Período de Armazenamento (dias) | Condição da Semente | Sementes mortas (%) | |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| | | Condicionado | Não Climatizado |
| 0 | Resfriada | 1,0 aA | 0,8 aA |
| | Não Resfriada | 1,0 aA | 0,6 aA |
| 45 | Resfriada | 0,4 aA | 1,5 bA |
| | Não Resfriada | 0,6 aA | 1,1 aA |
| 90 | Resfriada | 0,9 aA | 0,9 aA |
| | Não Resfriada | 1,1 aA | 3,3 bB |
| 135 | Resfriada | 0,9 aA | 1,1 aA |
| | Não Resfriada | 1,2 aA | 4,3 bB |

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, em cada período de armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Tabela 7. Plântulas anormais oriundas de sementes de soja, cultivar M9144 RR, resfriadas ou não resfriadas, submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado e não climatizado.

| Período de Armazenamento (dias) | Condição da Semente | Plântulas anormais (%) | |
|---------------------------------|---------------------|------------------------|-----------------|
| | | Condicionado | Não Climatizado |
| 0 | Resfriada | 5,1 aA | 5,3 aA |
| | Não Resfriada | 5,4 aA | 4,7 aA |
| 45 | Resfriada | 7,1 aA | 6,4 aA |
| | Não Resfriada | 7,3 aA | 6,8 aA |
| 90 | Resfriada | 6,3 aA | 6,5 aA |
| | Não Resfriada | 8,6 aB | 12,2 bB |
| 135 | Resfriada | 5,9 aA | 6,4 aA |
| | Não Resfriada | 7,1 aA | 12,3 bB |

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, em cada período de armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

No decorrer do período de armazenamento, nota-se que o vigor das sementes não resfriadas, mantidas em armazém climatizado ou não, sofreu um decréscimo linear (Figura 1), sendo mais acentuado no armazém não climatizado (redução de 12 pontos percentuais em 135 dias) em relação ao climatizado (4 pontos percentuais em 135 dias). Isso mostra a importância do

resfriamento dinâmico e do uso de armazéns climatizados para aumentar a longevidade de sementes de soja.

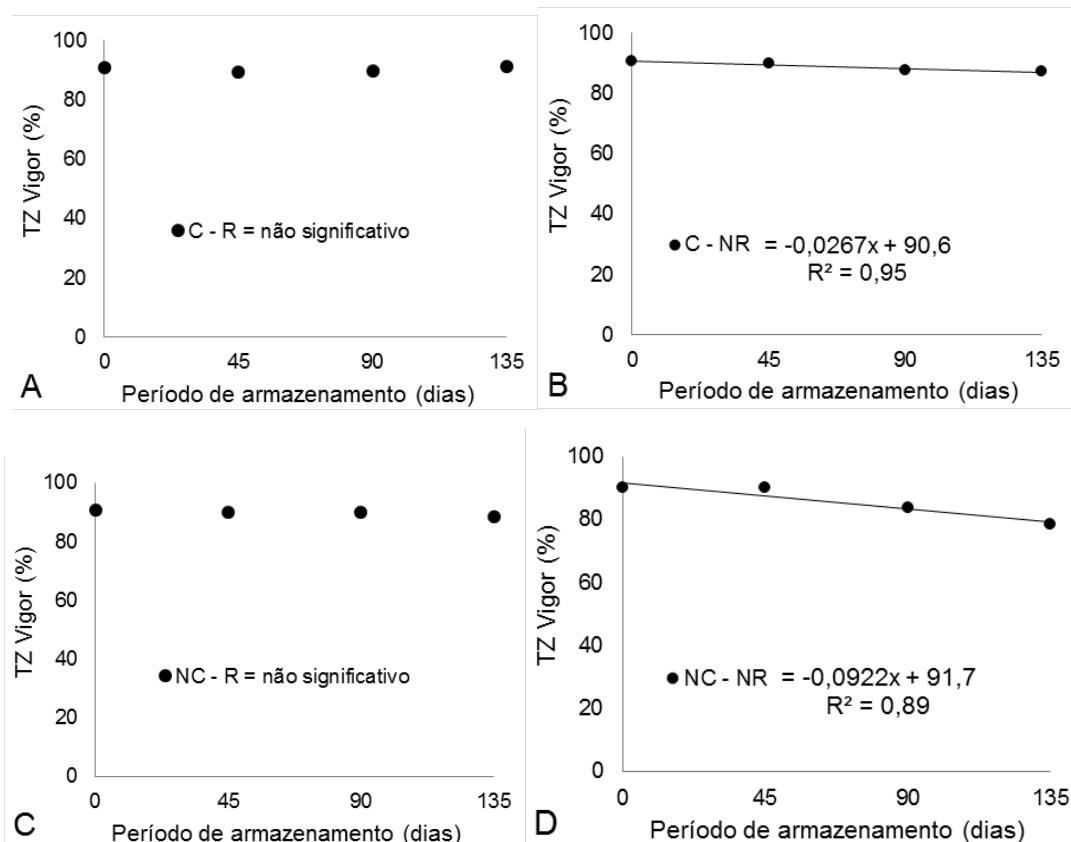


Figura 1. Tetrazólio-vigor de sementes de soja, cultivar M 9144 RR, resfriadas (R) ou não resfriadas (NR), submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado (C) e não climatizado (NC).

Avaliando a qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em condições de ambiente natural, em Alegre, no Espírito Santo, Martins-Filho et al. (2001) observaram que a partir de 210 dias todos os genótipos testados apresentavam vigor nulo e baixa capacidade germinativa, culminando com aproximadamente 100% de deterioração após 240 dias de armazenamento.

Ao logo do período de armazenamento, constatou-se que o vigor das sementes não resfriadas, mantidas em armazém não climatizado sofreu um decréscimo linear na germinação (Figura 2), diminuindo de 95% para 83%, em 135 dias.

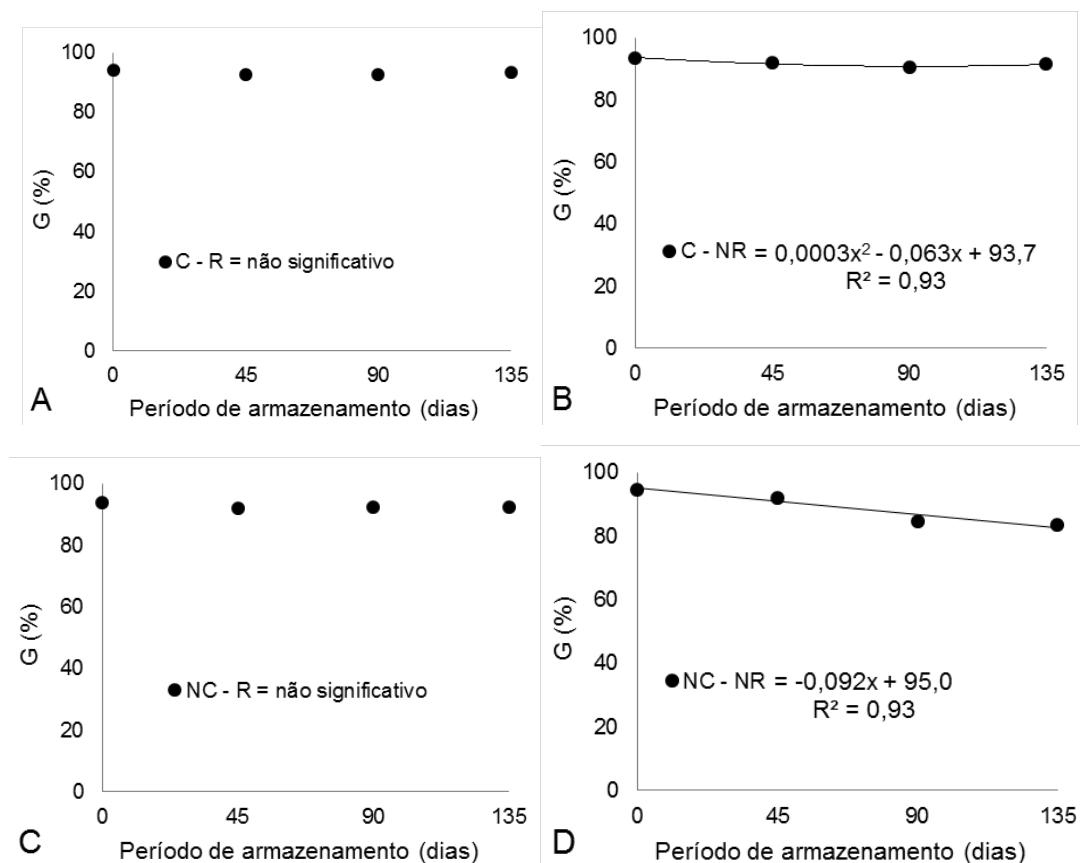


Figura 2. Germinação de sementes de soja, cultivar M 9144 RR resfriadas (R) ou não resfriadas (NR), submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado (C) e não climatizado (NC).

Henning et al. (1985) compararam o efeito de dois níveis de umidade inicial da semente e do ambiente de armazenamento na qualidade de sementes de soja, cultivar tropical, produzidas e armazenadas em Teresina, Piauí. O vigor e a germinação da semente, determinados pelos testes de envelhecimento acelerado, tetrazólio e germinação padrão diminuíram significativamente depois de 45 dias de armazenamento em ambiente aberto. Depois de três meses, a incidência de *Aspergillus* spp. era alta (acima de 50%) e a germinação padrão e o vigor (envelhecimento acelerado) foram drasticamente reduzidos, independentemente do nível de umidade inicial das sementes. Por outro lado, sementes armazenadas em ambiente entre 12°C - 15°C e 65% - 70%UR mostraram pouca diminuição na sua qualidade depois de 19 seis meses. A ocorrência de *Aspergillus* spp. era insignificante, como determinado pelo teste de sanidade.

Um ponto que chama a atenção no teste de germinação em papel, é que durante todo o período de armazenamento, as sementes submetidas ao

resfriamento dinâmico, armazenadas em ambiente climatizado (C) e não climatizado (NC), conseguiram manter um adequado padrão de qualidade fisiológica. Similarmente ao constatado nos testes de germinação e tetrazólio (vigor), no armazenamento em ambiente climatizado ou não, as sementes não resfriadas dinamicamente apresentaram diminuição de qualidade, verificada pelo teste de emergência de plântulas, sendo mais marcante nas sementes não resfriadas. O comportamento foi representado por funções quadráticas que mostraram redução expressiva de qualidade aos 45 dias de armazenamento (Figura 3). As sementes não resfriadas tiveram uma redução de 15 pontos percentuais em 135 dias de armazenagem, enquanto as sementes resfriadas apresentaram decréscimo de 6 pontos percentuais no decorrer do mesmo período de armazenamento, ao serem mantidas em armazém não climatizado.

No teste de emergência de plântulas, as condições de clima não são controladas, permitindo mostrar que em ambientes adversos, o desgaste fisiológico da semente é mais pronunciado.

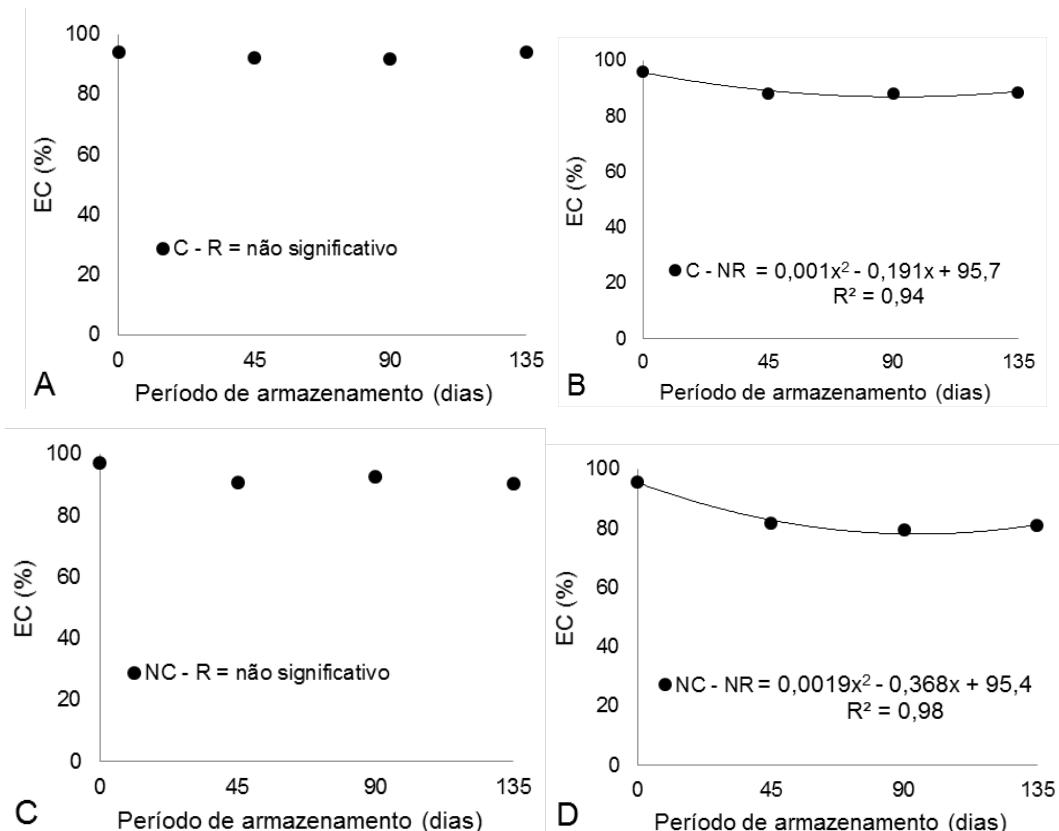


Figura 3. Emergência de plântulas oriundas de sementes de soja, cultivar M 9144 RR, resfriadas (R) ou não resfriadas (NR), submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado (C) e não climatizado (NC).

A incidência de sementes mortas cresceu linearmente ao longo do período de armazenamento, para as sementes não resfriadas e mantidas em armazém não climatizado (Figura 4), o que complementa a tendência verificada no teste de germinação (Figura 2) de redução linear da porcentagem de plântulas normais. Ao longo de 135 dias de armazenamento, a incidência de sementes mortas aumentou 4 pontos percentuais.

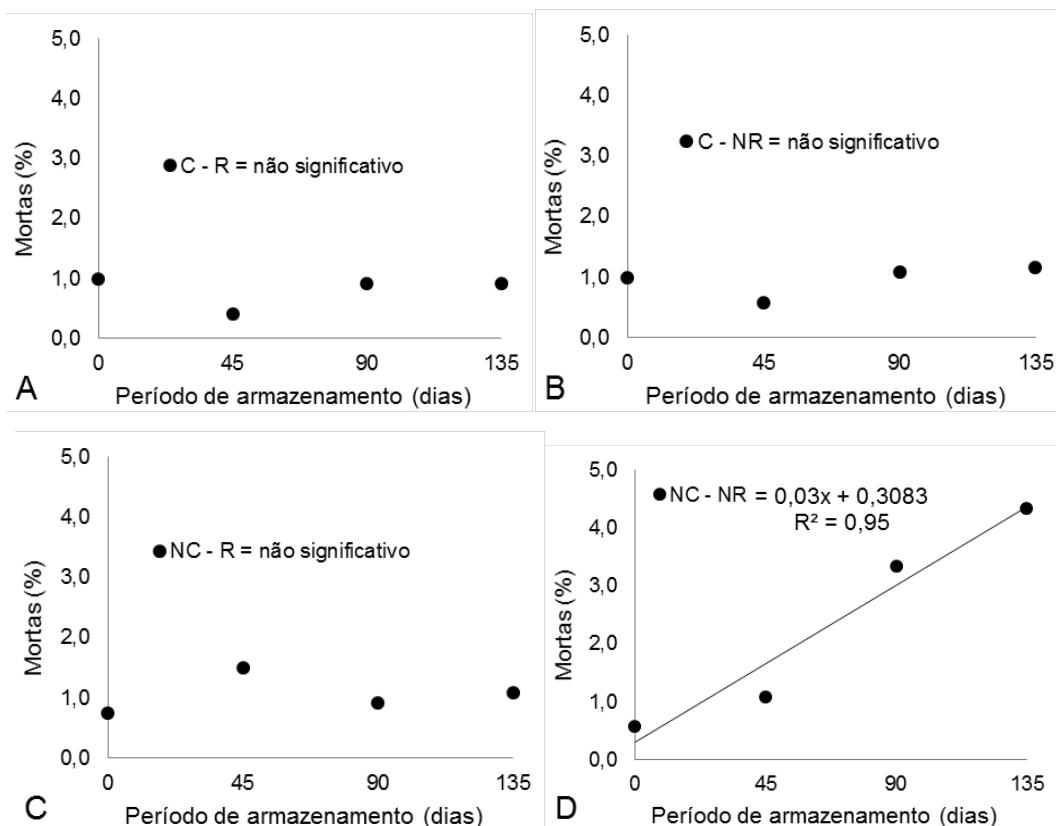


Figura 4. Sementes mortas de soja, cultivar M 9144 RR, resfriadas (R) ou não resfriadas (NR), submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado (C) e não climatizado (NC).

A incidência de plântulas anormais, a semelhança da incidência de sementes mortas, cresceu linearmente no decorrer do período de armazenamento, para as sementes não resfriadas e mantidas em armazém não climatizado (Figura 5), embora com incremento mais substancial. No decorrer de 135 dias de armazenamento, a incidência de plântulas anormais sofreu incremento de 7 pontos percentuais.

A incidência de plântulas anormais aumentou no decorrer do período de armazenamento, para as sementes não resfriadas e mantidas em armazém climatizado, sendo representado por uma função quadrática (Figura 5).

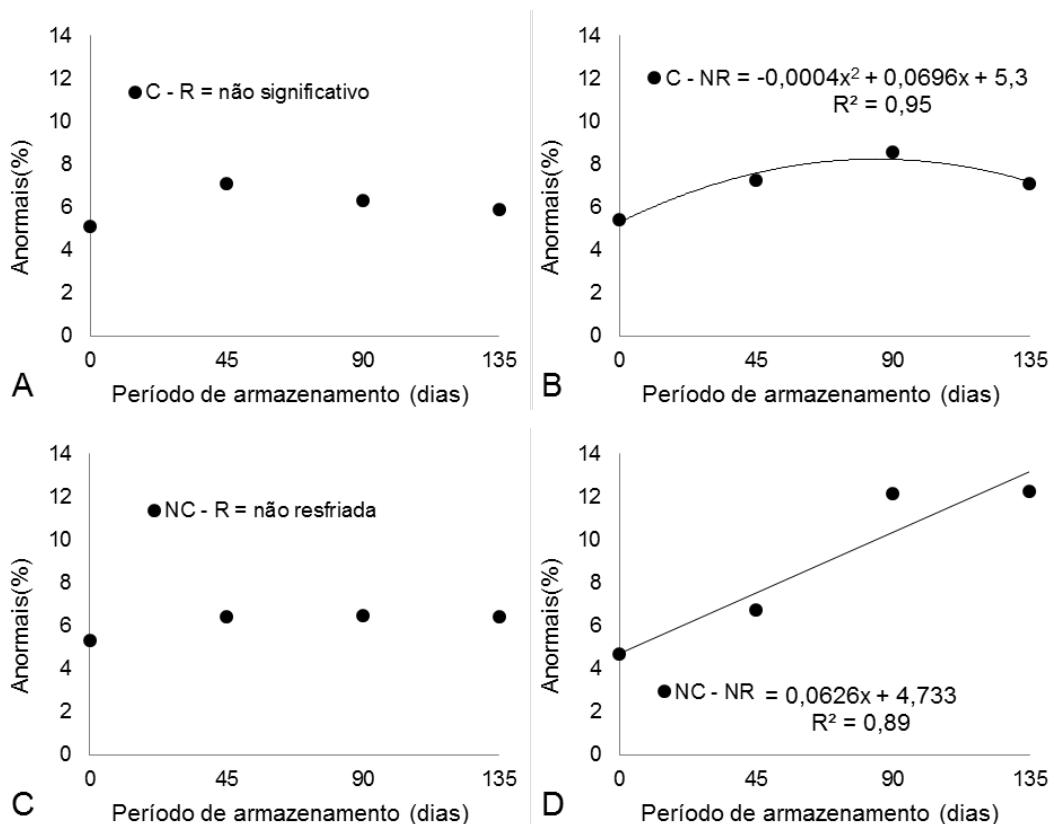


Figura 5. Plântulas anormais oriundas de sementes de soja, cultivar M 9144 RR, resfriadas (R) ou não resfriadas (NR), submetidas a períodos de armazenamento em ambiente climatizado (C) e não climatizado (NC).

É importante destacar que a deterioração da semente é um processo irreversível, que não se pode ser impedida, mas é possível retardar sua velocidade. Segundo Baudet e Villela (2012), por meio do manejo correto e eficiente das condições ambientais durante o armazenamento em condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar, há possibilidade de preservação da qualidade fisiológica de sementes por longos períodos de tempo.

5.CONCLUSÃO

Semente de soja resfriada dinamicamente, mantida em armazém climatizado, preserva a qualidade fisiológica pelo o período de 135 dias de armazenamento, nas condições ambientais na região da Lagoa da Confusão – TO.

Resfriamento dinâmico ou a manutenção em armazém climatizado se constitui em possível alternativa para a preservação da qualidade fisiológica de sementes de soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, V.S.; PELUZIO, J.M.; AFFÉRRI, F.S.; SIQUEIRA, G.B. Comportamento de cultivares de soja, em diferentes épocas de semeaduras, visando a produção de biocombustível. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 3, p. 742-749, 2011.
- BARRETO, F.A.; DEMITO A. Processo de resfriamento de sementes. **SEED News**, Pelotas, n.3, 2009. Disponível em: < http://www.seednews.inf.br/_html/site/content/reportagem_capa/imprimir.php?id=30 >. Acesso em: Fevereiro de 2016.
- BAUDET, L.; VILLELA, F.A. Armazenamento de Semente. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. (Ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3. ed. Pelotas: UFPEL, cap. 7, p. 482-527, 2012.
- BERBERT, P.A.; SILVA, J.S.; RUFATO, S.; AFONSO, A.D.L. Indicadores da qualidade dos grãos. In: Silva, J.S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Aprenda Fácil, Viçosa, p. 63-107, 2008.
- BUNCH, H.D. Problems in seed processing. **Seed World**, Chicago. v.90, n.9, p. 8-11, 1962.
- CANTON, A.R.; **Resfriamento dinâmico e qualidade de sementes de soja**. 2010. Pelotas (Dissertação de Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.
- CARDOSO, R.B.; BINOTTI, F.F. DA S.; CARDOSO, E.D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.42, p. 272-278, 2012.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: Ciência, tecnologia e produção. **FUNEP**, Jaboticabal, 5ed, p. 590, 2012.

CLEMENTE, T.E.; CAHOON, E.B. Soybean oil: genetic approaches for modification of functionality and total content. **Plant physiology**, Madison, v. 151, n. 03, p. 1030-1040, 2009.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, sexto levantamento, março, 2017**. 2017. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_03_14_15_28_33_bol etim_graos_marco_2017bx.pdf > Acesso em: Março de 2017.

CORADI, P.C.; MILANE, L.V.; CAMILO, L.J.; PRADO, R.L.F.; FERNANDES, T. C. Qualidade de grãos de soja armazenados em baixas temperaturas. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, Jaboticabal, v. 9, n. 3, p. 197-208, 2015.

CUNHA, J.P. A.R.; OLIVEIRA, P.; SANTOS, C.M.; MION, R.L. Qualidade das sementes de soja após a colheita com dois tipos de colhedora e dois períodos de armazenamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1420-1425, 2009.

DEMITO, A.; AFONSO, A.D. Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.17, n.1, p. 7-14, 2009.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soja em números (safra 2015/2016)**. 2016. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos> > Acesso em: Dezembro de 2016.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de Produção de Soja** Região Central do Brasil 2003. 2003. Disponível em: < <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/SojaCentralBrasil2003/manejo.htm> >. Acesso em: Fevereiro de 2017.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja** - Região Central do Brasil 2007. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, p. 255, 2006.

FERREIRA, D.F. **Sisvar - sistema de análise de variância para dados balanceados**. UFLA, Lavras, p 19, 1998.

FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Embrapa Soja, Londrina, p.39, 1984.

HENNING, A.A; FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N.P.; CAMPELO, G.J.A.; SILVA, I.A. **Efeitos do teor de umidade e ambiente sobre a qualidade da semente de soja armazenada em Teresina, PI**. In: EMBRAPA, Centro Nacional de pesquisa de Soja. Resultados de pesquisa de soja, 1984-1985. Londrina, p. 448-450, 1985.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, G.P.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**: Série Sementes/Embrapa Soja, Londrina, p.12, 2007.

FRANÇA NETO, J.B.; WEST, S.H. Problems in evaluating viability of soybean seed infected with *Phomopsis* spp. **Journal of Seed Technology**, Fort Collins, v.13, n.2, p.122-135, 1989.

HENNING, F.A.; MERTZ, L.M.; JACOB JUNIOR, E.A.; MACHADO, R.D.; FISS, G.; ZIMMER, P.D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, Londrina, v. 69, n. 3, p. 727-734, 2010.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P. **A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades -** Série Sementes/ Embrapa, Londrina, 2008.

LAZZARI, S.M.N.; KARKLE, A.F.; LAZZARI, F.A. Resfriamento artificial para o controle de Coleoptera em arroz armazenado em silo metálico. **Revista Brasileira de Entomologia**, Minas Gerais, v. 50, n. 2, p. 293-296, 2006.

LAZZARI, F.A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. Ed do autor, Curitiba, p.148, 1997.

MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. **WinStat - Sistema de Análise Estatística para Windows versão 1.0**. Universidade Federal de Pelotas, 2007.

MAIER, D.E.; NAVARRO, S. **Chilling of grain by refrigerated air**. In: S. NAVARRO; R. ROYES (eds.) *The mechanics and physics of modern grain aeration management*. Boca Raton: CRC Press, p. 489-560, 2002.

MARCOS FILHO, J.; CARVALHO, R.V. de; CÍCERO, S.M.; DEMÉTRIO, C.G.B. Qualidade fisiológica e comportamento de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no armazenamento e no campo. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v.42, p.195-249, 1985.

MARTINS-FILHO, S.; LOPES, J.C.; RANGEL, O.J.P.; TAGLIAFERRE. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em condições de ambiente natural em Alegre-ES. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, n. 2, p.201-208, 2001.

OLIVEIRA, J.A.; CARVALHO, M.L.M.; VIEIRA, M.G.G.C.; VON PINHO, E.V.R. Comportamento de sementes de milho colhidas por diferentes métodos, sob condições de armazém convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, Santa Maria, v.23, n.2, p. 289-302, 1999.

PELUZIO, J.M.; VAZ-DE-MELO, A.; COLOMBO, G.A.; SILVA, R.R.; AFFÉRRI, F.S.; PIRES, L.P.M.; BARROS, H.B.; Comportamento de cultivares de soja no sul do estado do Tocantins. **Bioscience Journal**, Jaboticabal, v. 22, p. 69-74, 2006.

PESKE, S.T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G.E>. **Sementes**: Fundamentos Científicos e Tecnológicos, Ed. Universitária/UFPel, Pelotas, p.573, 2012.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da Semente**. Agiplan, Brasília, p. 297, 1977.

RIGUEIRA, R.J.A. Avaliação da qualidade do feijão armazenado em ambiente refrigerado. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, Araraquara, v. 20, n. 4, p. 649-655, 2009.

SALES, V.H.G.; PELUZIO, J.M.; AFFÉRRI, F.S.; OLIVEIRA JUNIOR, W.P.; SALES, P.V.G. Teor de óleo e proteína em grãos de soja em diferentes posições da planta. **Revista Agro@mbiente On-line**, Cuiabá, v. 10, n. 1, p. 22-29, 2016.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Agricultura - Soja**. 2011. Disponível em:< <http://seagro.to.gov.br/agricultura/>>. Acesso em: dezembro de 2016.

SMANIOTTO, T.A.S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K.A.F.; OLIVEIRA, D.E.C.; SIMON, G.A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 446-453, 2014.

SUN, D.W.; BYRNE, C. Selection of EMC/ERH isotherm equations for rapeseed. **Journal of Agricultural Engineering Research**, Silsoe, v.69, p.307-315, 1998.

TOLEDO, M.Z.; FONSECA, N.R.; CÉSAR, M.L.; SORATTO, R.P.; CAVARIANI, C.; CRUSCIOL, C.A.C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.39, p.124-133, 2009.

VELLO, N.A.; SILVA, L.A.S. Genética busca atender ao consumo humano crescente. **Visão Agrícola**, Brasília, v.3, p. 60-62, 2006.

ZUCHI, J.; FRANÇA NETO, J.B.; SEDIYAMA, C.S.; LACERDA FILHO, A.F.; REIS, M.S. Physiological quality of dynamically cooled and stored soybean seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.35, p.353-360, 2013.