

## SECAGEM ESTACIONÁRIA DE SEMENTES DE SOJA COM AR DESUMIDIFICADO POR RESFRIAMENTO<sup>1</sup>

SUEMAR ALEXANDRE GONÇALVES AVELAR<sup>2</sup>; ALEXANDRE MOSCARELLI LEVIEN<sup>2</sup>;  
SILMAR TEICHERT PESKE<sup>3</sup>; FRANCISCO AMARAL VILLELA<sup>3</sup>; LEOPOLDO BAUDET<sup>3</sup>

RESUMO - O presente trabalho foi realizado com o objetivo de monitorar o processo de secagem de sementes de soja utilizando ar desumidificado por resfriamento. Utilizaram-se sementes de soja, cultivar Campo Mourão, secadas em secador estacionário com distribuição radial do fluxo do ar, modelo Dry-Excel, com capacidade estática para 10 toneladas e o equipamento Dry 60<sup>®</sup>. O processo de secagem consistiu em remover inicialmente a umidade do ar pelo resfriamento a temperatura abaixo do ponto de orvalho e posterior aquecimento até 33 °C, alcançando umidade relativa de 40%. A secagem ocorreu com fluxo de ar de 17 m<sup>3</sup>.min<sup>-1</sup>.t<sup>-1</sup>. Foram retiradas amostras de sementes no secador a distâncias radiais de até 0,15 m; entre 0,15 e 0,45 m e de 0,45 aos 0,60 m do duto central e nas alturas 0,5; 2,4 e 4,3 m da base do secador. Determinaram-se a remoção de água e temperatura da massa de sementes em intervalos regulares de uma hora, desde o início da secagem, durante seis horas. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos testes de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, porcentagem e índice de velocidade de emergência de plântulas em campo. Concluiu-se que: é possível secar sementes de soja em escala comercial, empregando ar desumidificado por resfriamento e temperaturas reduzidas; pela estrutura do silo secador de tubo central perfurado, há desuniformidade do processo de secagem, com velocidades de secagem e teores de água finais obtidos variando de acordo com a posição das sementes no secador; a qualidade fisiológica das sementes é mantida pelo processo de secagem utilizando ar desumidificado pelo resfriamento e baixas temperaturas, independentemente da posição das sementes no silo secador.

Termos para indexação: *Glycine max*, secador estacionário, qualidade fisiológica, remoção de água

### STATIONARY DRYING OF SOYBEAN SEEDS WITH AIR DEHUMIDIFIED BY COOLING

ABSTRACT - The objective of this study was to monitor the drying process of soybean seeds using cooled, dehumidified air. Soybeans seeds of the Campo Mourão cultivar were dried in a stationary dryer, Dry-Excel model, with a radial distribution of the air flow, a 10 ton capacity and a Dry 60<sup>®</sup> equipment. The drying process consisted of lowering air humidity by cooling

<sup>1</sup> Submetido em 17/10/2010. Aceito para publicação em 20/12/2010. Trabalho apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Sementes.

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, Pós graduando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, FAEM-UFPEL, suemaralexandre@yahoo.com.br, amlevien@gmail.com

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Ph.D., Professor Titular, Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPEL, C.P.354, 96001-900 Pelotas, RS. Bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq. peske@ufpel.edu.br, francisco.villela@ufpel.edu.br, lmbaudet@ufpel.edu.br;

below the dew point temperature and subsequently warming up to 33 °C until a 40% relative humidity had been reached. Drying was made by an air flow of 17 m<sup>3</sup>.min<sup>-1</sup>.t<sup>-1</sup>. During drying, seed samples were collected at radial distances of 0.15 m, between 0.15 and 0.45 m and 0.45 and 0.60 m from the central cylinder and at heights of 0.5, 2.4 and 4.3 m from the dryer base. The following evaluations were made: loss of water and temperature of the seed mass at one hour intervals for six hours, germination, first germination count, accelerated aging and speed index of field emergence. It was concluded that it is possible to dry soybean seeds on a commercial scale using air dehumidified by cooling and reduced temperatures. Since the bin dryer has a central perforated tube, drying is not uniform and the drying rates and final moisture contents obtained varied according to seed position in the dryer; seed physiological quality is maintained by drying with air dehumidified by cooling, independently of the seed position in the drier.

Index terms: *Glycine max*, stationary dryer, dehumidified air, physiological quality, water removal.

## INTRODUÇÃO

A maturidade fisiológica é o estágio ideal para se realizar a colheita em sementes, mas devido ao fato de as sementes de soja apresentarem teores de água ao redor de 50%, a colheita mecânica apresenta problemas que inviabilizam sua efetivação. Sendo assim, as sementes ficam “armazenadas” no campo, esperando atingir o teor de água adequado para a colheita, em condições de umidade e temperatura nem sempre favoráveis para manutenção de sua qualidade fisiológica. Nesse período podem ocorrer situações adversas para as sementes que afetam sua qualidade fisiológica, sendo necessário realizar a colheita tão logo apresentem teor de água que permita a sua efetivação.

Mesmo após atingir teor de água adequado para propiciar a colheita mecânica, essas sementes provenientes do campo apresentam, em geral, teor de água inadequado para um armazenamento seguro, o que pode acelerar o processo deteriorativo durante o armazenamento. A secagem artificial de sementes de soja é uma etapa indispensável para obtenção de sementes de alta qualidade, preparando-as para uma armazenagem segura, reduzindo as perdas na germinação e no vigor durante a armazenagem (Peske e Villela, 2006). Os métodos de secagem podem ser classificados quanto à periodicidade no fornecimento de calor em contínuo ou intermitente, ou ainda em relação a movimentação da massa de sementes em estacionário ou contínuo (Garcia et al., 2004).

Na secagem estacionária utilizando silo secador com distribuição radial do fluxo de ar, a frente de secagem se desenvolve do duto central para a periferia do silo, com a

frente de secagem avançando mais rapidamente do terço inferior para o terço superior, com tendência dos locais mais afastados do duto central e nas partes superiores do silo apresentarem ainda elevada umidade após a secagem enquanto as regiões mais próximas do duto sofrem sobressecação (Corrêa, 1981). Esse gradiente de teor de água em sementes localizadas em diferentes posições do secador depende das condições do ar de secagem (umidade relativa, temperatura e fluxo), do teor de água e espessura da camada de sementes, além da higroscopicidade da semente (Cavariani et al., 1999).

Independentemente do método utilizado, a secagem artificial de sementes compreende o fornecimento de ar aquecido forçado, transferência de água da superfície da semente para o ar e do interior da semente para a superfície devido às diferenças de pressão de vapor e a retirada da água do sistema pelo fluxo de ar. A forma mais utilizada para aumentar o diferencial entre as pressões de vapor da superfície da semente e do ar de secagem é o aquecimento desse último (Peske e Villela, 2006), fazendo com que este adquira maior capacidade de absorção de água e conseqüentemente diminuindo sua umidade relativa.

O aumento da temperatura do ar no processo de secagem aumenta a capacidade de absorção de água pelo ar, mas sem alterar a razão de mistura do ar. O equipamento DRY 60®, desenvolvido pela empresa Cool Seed, é uma unidade de tratamento de ar (UTA) que apresenta a capacidade de desumidificação do ar por resfriamento, pela condensação do vapor de água presente no ar e posterior aquecimento deste, com obtenção de ar com menor umidade relativa. Dessa forma, ocorre aumento da capacidade de retenção de água pelo ar e redução da razão de mistura. O equipamento

apresenta a vantagem de proporcionar maior controle de temperatura, maior limpeza das instalações de secagem e automação do processo.

O objetivo do presente trabalho foi monitorar o processo de secagem com ar desumidificado por resfriamento, avaliando a velocidade de secagem e a qualidade fisiológica de sementes de soja.

## MATERIAL E MÉTODOS

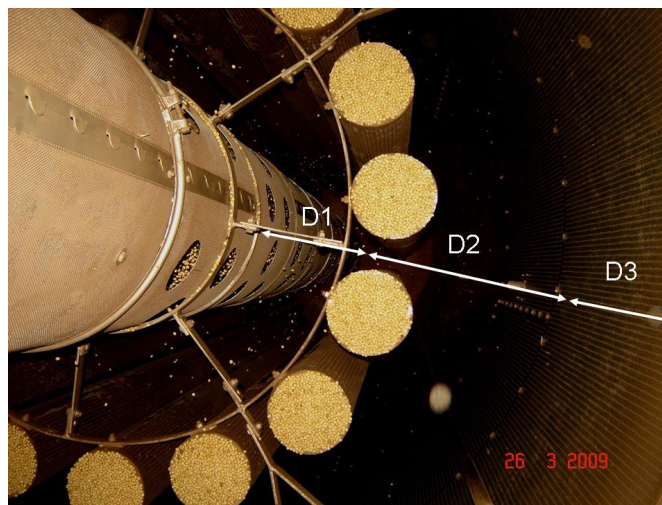
O presente trabalho foi desenvolvido na empresa Irmãos Bocchi S.A., localizada no município de Santa Isabel do Oeste – PR, utilizando sementes de soja, cultivar Campo Mourão, recém-colhidas, apresentando teor de água inicial de 16,1%.

O sistema de secagem utilizado foi composto de um silo secador estacionário com cilindro central perfurado e distribuição radial de fluxo de ar DryExcel com capacidade estática para 10 t. Para o fornecimento do ar de secagem foi utilizada uma unidade de tratamento de ar (UTA) Dry 60, constituída por seis compressores de 10 CV cada um e um ventilador centrífugo de 25 CV, fornecendo um fluxo de ar de  $17 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{t}^{-1}$ . A umidade relativa e temperatura do ar ambiente e do ar de secagem foram monitoradas durante toda a operação de secagem por um conjunto de higrômetros e termômetros que são constituintes da própria UTA.

Para manutenção do ar em temperaturas menores, houve a necessidade de operar somente com alguns compressores ligados. No início da secagem utilizaram-se três compressores, sendo que, após uma hora e meia de secagem, passou-se a trabalhar com apenas dois compressores ligados. Essa adequação propiciou durante o período de secagem uma temperatura média do ar de secagem de  $33 \text{ }^\circ\text{C}$  e uma umidade relativa do ar de 40%.

Durante a operação de secagem das sementes, foram determinadas as temperaturas da massa de sementes e o teor de água das sementes em amostras de 100 gramas, por ponto de amostragem, coletadas com o auxílio de um calador duplo septado. A altura total da camada de sementes no secador foi dividida em três alturas equidistantes 1,90 m entre si, sendo a primeira altura situada a 0,50 m da base do secador (H1); a segunda aos 2,40 m (H2) e a terceira aos 4,30 m (H3). Em cada altura, foram coletadas durante seis horas, em intervalos de uma hora, amostras em três distâncias, sendo os pontos posicionados nas distâncias radiais: até 0,15 m (D1); entre 0,15 e 0,45 m (D2) e de 0,45 a 0,60 m (D3), do cilindro central (Figura 1). As

sementes coletadas antes da secagem artificial foram secadas naturalmente ao sol, até o teor de água de 12%.



\*Distâncias radiais de até 0,15 m (D1); entre 0,15 e 0,45 m (D2) e entre 0,45 a 0,60 m (D3) em relação ao cilindro central.

**FIGURA 1. Vista superior do silo secador com relativas distâncias\* em relação ao duto central.**

Para determinação da temperatura da massa de sementes, as amostras foram acondicionadas em recipientes de isopor onde foi colocado um termômetro de mercúrio, sendo a leitura realizada após quatro minutos de permanência nas sementes. Logo após, seguiu-se a determinação do teor de água por meio de um determinador de umidade modelo “Universal”.

Para avaliação da qualidade fisiológica das sementes coletaram-se 500 g de sementes antes do início e após o término da secagem, para a realização das seguintes avaliações:

**Teste de germinação** - conduzido com quatro subamostras de 50 sementes, por unidade experimental. O substrato utilizado foi rolo de papel “Germitest”, umedecido com 2,5 vezes o seu peso seco e temperatura de  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  (Brasil, 2009). Foram realizadas contagens aos cinco e aos oito dias após semeadura e os resultados expressos em porcentagem.

**Primeira contagem de germinação** – aproveitando as condições do teste de germinação, as plântulas normais na primeira contagem (aos cinco dias) tiveram os resultados

expressos em porcentagem como primeira contagem de germinação.

**Envelhecimento acelerado** - 220 sementes por unidade experimental foram distribuídas sobre telas de alumínio, suspensas no interior de caixas plásticas tipo “Gerbox” adaptadas, funcionando como compartimentos individuais, onde foram adicionados 40 mL de água destilada. As caixas foram tampadas e mantidas sob condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar (41 °C e 100% de UR do ar), por 48 horas (Marcos Filho, 2005). Após esse período as sementes foram submetidas ao teste de germinação (Brasil, 2009), sendo a contagem realizada aos cinco dias e o resultado expresso em porcentagem.

**Emergência de plântulas em campo** – duas subamostras de 100 sementes por unidade experimental foram semeadas em sulcos de 3 m de comprimento aos 0,05 m de profundidade na Área Experimental e Didática do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), sendo avaliado a emergência de plântulas, em contagem única das plântulas emergidas aos 14 dias após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem (Nakagawa, 1999).

**Índice de velocidade de emergência (IVE)** – foram aproveitadas as condições do teste de emergência de plântulas em campo, seguindo-se contagens diárias até a estabilização da emergência, sendo o IVE calculado através da fórmula de (Maguire 1962).

Para o monitoramento da secagem, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3 x 7 (altura x distância x momentos de coleta), com três repetições. As médias foram submetidas à análise de variância, sendo os efeitos dos tratamentos avaliados pelo teste F e, quando significativos, foram submetidos a análise de regressão polinomial. Para avaliação da qualidade fisiológica, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3 (altura x distância). Os tratamentos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey aos 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

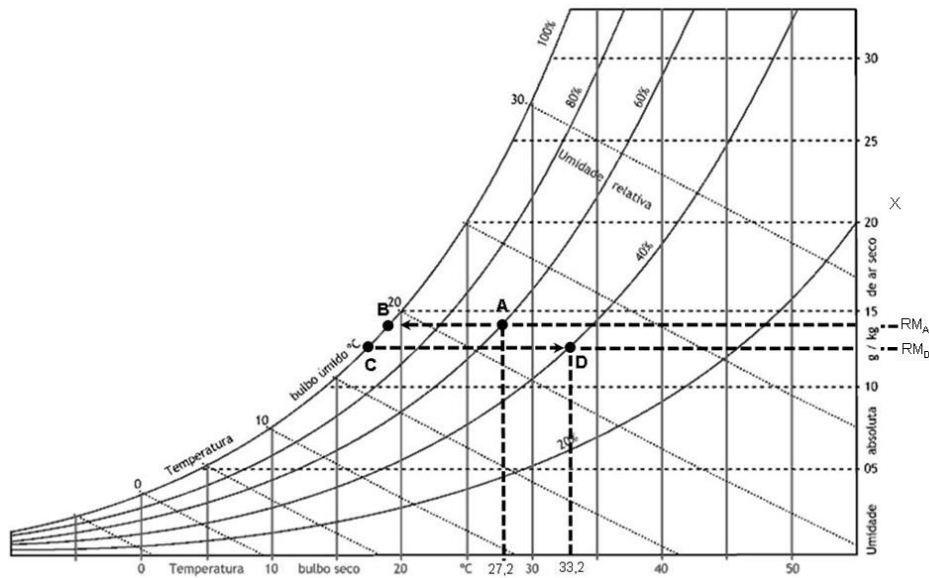
As condições ambientais do local de secagem apresentaram temperatura de 27,2 °C e umidade relativa de 61,3% (Figura 2. A), proporcionando uma razão de mistura de 14 g de água.kg<sup>-1</sup> de ar seco (RM<sub>A</sub>) e uma temperatura do ponto de orvalho (TPO) de 19 °C

(Figura 2. B). Após a entrada do ar no equipamento, a temperatura inicial foi reduzida para 18 °C (Figura 2. C), temperatura um ponto percentual (pp) abaixo da TPO. Ao atingir a TPO, a umidade relativa do ar é igual aos 100% (Peske e Villela, 2006), e ao reduzir a valores inferiores a essa temperatura, parte da água presente no ar na forma de vapor se condensa em um processo de desumidificação, e a nova razão de mistura do ar foi de 12,9 g de água.kg<sup>-1</sup> de ar seco (RM<sub>D</sub>). Após esse processo, o ar foi aquecido novamente até 33,2 °C, atingindo a umidade relativa de 40,4% (Figura 2. D) e menor conteúdo de água em relação à condição inicial.

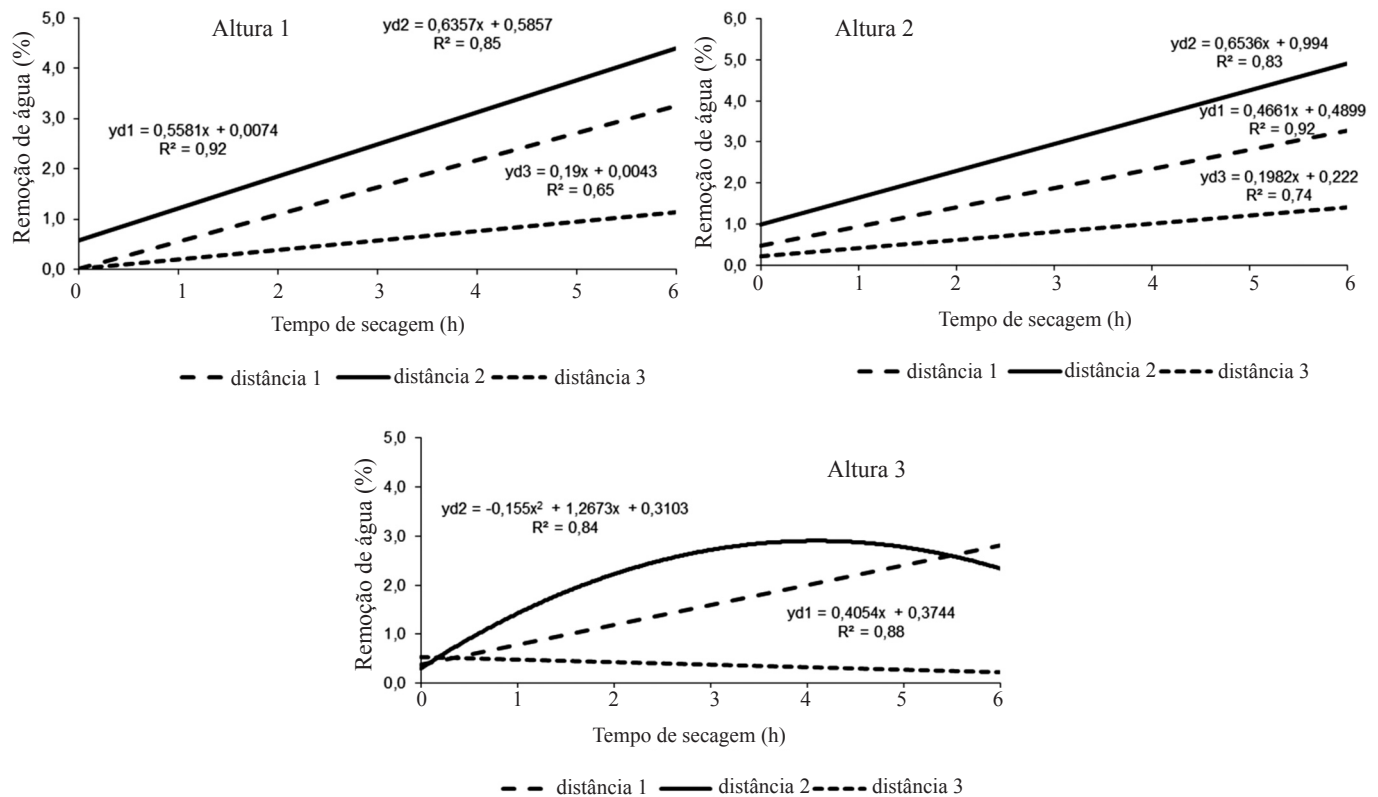
Analisando a velocidade de remoção de água das sementes no processo de secagem, constatou-se interação significativa entre altura, distância e tempo de secagem (Figura 3). Na altura 1 (a parte mais baixa do secador), a velocidade de secagem foi de 0,56 pontos percentuais por hora (pp.h<sup>-1</sup>) na distância 1, enquanto que na distância 2, foi de 0,63 pp.h<sup>-1</sup>, ou seja, mais rápida, cujo coeficiente de determinação para a altura, foi superior a 0,84, significando um bom ajuste dos dados. Na distância 3 (a mais longe do duto central) nesta altura, a velocidade de secagem foi de 0,19 pp.h<sup>-1</sup>. Após seis horas de secagem o teor de água das sementes localizadas altura 1 distância 2 foi de 11,7%. Na altura 2, a velocidade de secagem também foi maior na distância 2, com remoção de 0,65 pp.h<sup>-1</sup>, seguido da distância 1 (mais próxima ao duto central) com remoção de 0,45 pp.h<sup>-1</sup>. Essa maior velocidade de secagem observada na distância 2 pode ser atribuída ao modelo do secador, que apresenta 16 minidutos, com 0,16 m de diâmetro, mais próximo desta posição (Figura 1), permitindo maior fluxo de ar. O processo de secagem de sementes na altura 3, foi similar as outras alturas com a diferença que na distância 2, as sementes perderam água até três horas de secagem, se adequando ao modelo quadrático, com coeficiente de determinação de 0,84 (Figura 3). Em relação a distância 3, ou seja, no ponto mais alto e distante do duto central de insuflação de ar, o processo de secagem não ocorreu.

Uma vez completada a secagem, as sementes foram retiradas do secador, transferidas para um silo e submetidas à aeração. Esse processo é essencial dentro da tecnologia de secagem para esse tipo de secador, com distribuição radial do fluxo de ar, em que ocorre desuniformidade no teor de água das sementes situadas nas diferentes posições do secador, como constatado neste estudo. A umidade média das sementes no final da secagem foi de 12,3%.





**FIGURA 2. Propriedades psicrométricas do ar durante a secagem \*(A – condições psicrométricas do ar ambiente; B – temperatura do ponto de orvalho na condição A; C – temperatura de resfriamento do ar para desumidificação; D – Condições psicrométricas do ar de secagem;  $RM_A$  – Razão de mistura em A;  $RM_D$  – Razão de mistura em D ).**



**FIGURA 3. Remoção de água de sementes de soja secas em secador estacionário em diferentes alturas e distâncias em relação ao duto central, utilizando UR do ar média de 40% e fluxo de ar de  $17\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{t}^{-1}$ .**

A velocidade de secagem obtida no presente trabalho foi inferior àquela observada por Krzyzanowski et al. (2006). Estes autores, utilizando um protótipo de um equipamento denominado “heat pipe technology” (HPT), com a capacidade de desumidificar o ar, trabalhando com temperatura de 34,6 °C, umidade relativa de 24,6% e fluxo de ar de 8 m<sup>3</sup>.min<sup>-1</sup>.m<sup>-3</sup> de sementes, obtiveram a remoção de 2,67 pp.h<sup>-1</sup> em uma camada de sementes de soja de 0,09 m. Entretanto, estão de acordo com os mesmos autores ao trabalharem com uma camada de sementes mais espessa (0,50 m), mesmo fluxo de ar e temperatura e umidade relativa de 28,3 °C e 24%, respectivamente, ao alcançarem a remoção de 0,65 pp.h<sup>-1</sup>. É importante verificar que os autores trabalharam com uma umidade relativa e fluxos de ar praticamente iguais à metade dos empregados nesse trabalho.

Trabalhando com temperaturas do ar de secagem de 42, 46 e 50 °C, em silo secador de duto central perfurado, que propiciaram umidade relativa do ar de secagem de até 12,7% e diferentes fluxos de ar, Miranda et al. (1999a) conseguiram uma velocidade de secagem que variou de 0,27 a 0,88 pp.h<sup>-1</sup>, dependendo da temperatura, fluxo de ar e distância das sementes em relação ao duto central. Secando sementes de soja em silo secador com distribuição radial do fluxo de ar, utilizando fluxo de ar de 30 m<sup>3</sup>.min<sup>-1</sup>.t<sup>-1</sup> e umidade relativa do ar inicial de 30%, com posterior aumento para 45% após 3 ou 4 horas de secagem, Levien et al. (2008) obtiveram uma velocidade de secagem próxima aos 0,80 pp.h<sup>-1</sup>, embora o aumento da umidade relativa do ar tenha reduzido a taxa média de secagem em torno de 20%.

O equipamento mostrou-se eficiente na secagem de sementes de soja utilizando temperaturas reduzidas, sendo essa desuniformidade no processo de secagem devido ao modelo do secador estacionário com fluxo radial de ar que realiza a operação de secagem de maneira desuniforme devido à formação de frente de secagem nas regiões mais próximas ao duto central. A secagem de sementes de arroz em um conjunto de silos com distribuição radial do fluxo de ar, com temperatura do ar regulada para 45 °C, também se iniciou na parte mais inferior do silo e mais próxima ao duto central, enquanto o terço superior do silo apresentou velocidade de secagem mais baixa, sendo que em alguns silos a periferia do terço superior praticamente não sofreu secagem, mesmo após 12 horas (Corrêa, 1981). No presente trabalho, as sementes localizadas na distância 2, ou seja, entre o

duto central de insuflação de ar e a periferia do secador, receberam fluxo de ar de secagem tanto do duto central, quanto dos minidutos, o que possivelmente proporcionou maior velocidade de secagem nessa posição. A menor velocidade de secagem obtida na região mais periférica do silo se deve provavelmente ao fato de a frente de secagem não ter chegado nessa combinação de altura e distância durante o período de secagem, devido ao ar encontrar-se com elevada umidade relativa ao passar por essa região. O aumento da umidade relativa no final da secagem pela redução da temperatura do ar foi proposto por Levien et al. (2008), como alternativa para uniformização do processo.

Não houve aumento apreciável na temperatura da massa de sementes, sendo os maiores acréscimos observados na distância 2, que chegou a um aumento de 6,7 °C (32,8 °C) até o final da secagem na altura 1, que apresentou incremento de 0,8; 1,1 e 0,9 °C por hora para as distâncias 1, 2 e 3, respectivamente. Na altura 2, a distância 2 apresentou incremento na temperatura da massa de sementes de 0,5 °C por hora. Para as demais alturas e distâncias, houve incremento até quatro horas de secagem com tendência à redução da temperatura da massa após esse período. Em nenhuma combinação de altura e distância, a temperatura da massa de sementes ultrapassou a temperatura do ar de secagem. Da mesma forma, Corrêa (1981) e Miranda et al. (1999a), verificaram maiores acréscimo na temperatura da massa de sementes de arroz e soja, respectivamente, a medida que as sementes eram coletas mais próximas do duto de insuflação de ar. A presença dos minidutos na distância 2 ocasionou maior fluxo de ar de secagem nessa posição, devido ao fato de receber tanto ar dos minidutos quanto do duto central, o que também provocou maior aumento de temperatura nessa posição. Esse maior incremento da temperatura da massa de sementes na região mais próxima aos dutos de insuflação de ar se deve à absorção de água pelo ar à medida que avança pela massa de sementes, que acaba absorvendo menos água e com isso menos calor é despendido (Levien et al., 2008).

Mesmo com diferença na velocidade de secagem das sementes localizadas nas diferentes alturas e distâncias, os resultados dos testes de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, porcentagem e índice de velocidade de emergência em campo não apresentaram diferença estatística (Tabelas 1 e 2).

**TABELA 1. Germinação, primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado de sementes de soja após secagem em silo secador estacionário coletadas em diferentes alturas [0,5 m (H1); 2,4 m (H2) e 4,3 m (H3)] e distâncias [0,15 m (D1); entre 0,15 e 0,45 m (D2) e entre 0,45 a 0,60 m (D3)] utilizando UR do ar média de 40% e fluxo de ar de 17 m<sup>3</sup>.min<sup>-1</sup>.t<sup>-1</sup>.**

Altura	Distância			
	Germinação (%)			
	D1	D2	D3	Média
H1	91 *	89	89	90 a
H2	92	92	89	91 a
H3	92	91	91	91 a
Média	92 A	91 A	90 A	
Secagem Natural	91			
CV (%)	5			
Primeira Contagem de Germinação (%)				
H1	84	85	83	84 a
H2	87	87	84	86 a
H3	88	83	86	86 a
Média	86 A	85 A	84 A	
Secagem Natural	87			
CV (%)	5			
Envelhecimento Acelerado (%)				
H1	85	84	86	85 a
H2	86	84	83	84 a
H3	85	86	82	84 a
Média	85 A	85 A	84 A	
Secagem Natural	86			
CV (%)	5,5			

\*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si (Tukey 5%).

De maneira geral houve similaridade na qualidade fisiológica das sementes nas diferentes alturas e distâncias. Além disso, a qualidade das sementes localizadas nas diferentes posições apresentaram a tendência geral das sementes submetidas à secagem natural, comprovando que não houve prejuízo na qualidade das sementes submetidas a secagem artificial.

Embora Miranda et al. (1999b) tenham verificado prejuízos fisiológicos às sementes de soja quanto mais distante da frente de secagem, Levien et al. (2008), ao secar soja em silo secador com distribuição

radial do fluxo de ar, com umidade relativa do ar de secagem de 45% nas primeiras três horas de secagem e de 30% até o final, obtendo uma diferença de 3 pp entre as sementes localizadas mais próximas ao duto central e a mais periférica, não verificaram prejuízos à qualidade das sementes em qualquer das posições. A desuniformidade verificada entre os teores de água final em sementes de arroz, diferentemente posicionadas no silo secador, também não ocasionou prejuízos à qualidade das sementes nas diferentes posições (Corrêa, 1981).

**TABELA 2. Porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência em campo, em sementes de soja secadas em silo secador estacionário, coletadas em diferentes alturas [0,5 m (H1); 2,4 m (H2) e 4,3 m (H3)], e distâncias [0,15 m (D1); entre 0,15 e 0,45 m (D2) e entre 0,45 e 0,60 m (D3)] utilizando UR do ar média de 40%, com fluxo de ar de 17 m<sup>3</sup>.min<sup>-1</sup>.t<sup>-1</sup>.**

Altura	Germinação (%)			
	Distância			Média
	D1	D2	D3	
H1	87 *	85	87	86 a
H2	87	83	84	85 a
H3	84	86	82	84 a
Média	86 A	85 A	84 A	
Secagem Natural	81			
CV (%)	4,8			
Altura	Primeira Contagem de Germinação (%)			
	D1	D2	D3	Média
	H1	19,1	18,9	19,0
H2	18,9	18,9	17,9	18,6 a
H3	17,6	18,8	16,7	17,7 a
Média	18,5 A	18,9 A	17,9 A	
Secagem Natural	17,4			
CV (%)	7,0			

\*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si (Tukey 5%).

Os resultados obtidos no presente trabalho mostram que o emprego de ar desumidificado por resfriamento é uma alternativa viável para a secagem de sementes de soja, levando em consideração a velocidade de secagem e a qualidade das sementes.

### CONCLUSÕES

É possível secar sementes de soja em escala comercial, empregando ar desumidificado por resfriamento e temperaturas reduzidas.

Pela estrutura do silo secador de tubo central perfurado, há desuniformidade do processo de secagem, com velocidades de secagem e teores de água finais obtidos variando de acordo com a posição das sementes no secador.

A qualidade fisiológica das sementes é mantida pelo processo de secagem utilizando ar desumidificado pelo resfriamento e baixas temperaturas, independentemente

da posição das sementes no silo secador.

### REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395p.
- CAVARIANI, C.; SILVA, W.R.; MIRANDA, L.C.; NAKAGAWA, J.; BELGIORNO, D.C. Secagem estacionária de sementes de milho com distribuição radial do fluxo do ar. II – Andamento físico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.1, p.7-17, 1999. <http://www.abrates.org.br/revista/artigospublicados/artigo.php?id=921>
- CORRÊA, C.F. **Secagem de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) em silo secador com distribuição radial de ar**. 1981, 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1981.



- GARCIA, D.C.; BARROS, A.C.S.A.; PESKE, S.T.; MENEZES, N.L. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.603-608, 2004. <http://www.scielo.br/pdf/cr/v34n2/a45v34n2.pdf>
- KRZYZANOWSKI, F.C.; WEST, S.H.; FRANCA NETO, J.B. Drying soybean seed using air ambient temperature at low relative humidity. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.2, p.77-83, 2006. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v28n2/a10v28n2.pdf>
- LEVIEN, A.; BAUDET, L.; PESKE, S. Stationary drying of soybean seed using drying air of different relative humidities. **Seed Science and Technology**, v.36, n.1, p.148-156, 2008. <http://www.ingentaconnect.com/content/ista/sst/2008/00000036/00000001/art00015>
- MAGUIRE, J.D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n. 2, p.176-7, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- MIRANDA, L.C.; SILVA, W.R.; CAVARIANI, C. Secagem de sementes de soja em silo com distribuição radial do fluxo de ar. I. Monitoramento físico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.11, p.2097-2108, 1999a. <http://www.scielo.br/pdf/pab/v34n11/7517.pdf>
- MIRANDA L.C.; SILVA, W.R.; CAVARIANI, C. Secagem de sementes de soja em silo com distribuição radial do fluxo de ar. II. Efeitos sobre a qualidade das sementes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.11, p.2109-2121, 1999b. <http://www.scielo.br/pdf/pab/v34n11/7518.pdf>
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.
- PESKE, S.T; VILLELA, F.A. Secagem de sementes. In: PESKE, S.T.; LUCCA, O.F.; BARROS, A.C.S.A. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 2.ed. Pelotas: UFPel, 2006. v.2. p.470-498.