MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS FACULDADE DE AGRONOMIA "ELISEU MACIEL" PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SEMENTES

SECAGEM ESTACIONÁRIA DE SEMENTES DE SOJA UTILIZANDO AR DE SECAGEM COM VARIAÇÕES NA UMIDADE RELATIVA

ALEXANDRE MOSCARELLI LEVIEN

Dissertação apresentada à Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, sob orientação do Professor Leopoldo Baudet, para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes.

PELOTAS Rio Grande do Sul - Brasil 2005

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

Dados de catalogação na fonte: (Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

L664s Levien, Alexandre Moscarelli

Secagem estacionária de sementes de soja utilizando ar de secagem com variações na umidade relativa / Alexandre Moscarelli Levien; orientador Leopoldo Baudet . – Pelotas, 2005. –40 f. Dissertação (Mestrado). Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.

1.Glycine Max 2. Qualidade de Sementes 3. Taxa de secagem 4. Secador de fluxo radial I.Baudet, Leopoldo (orientador) II. Título.

CDD 633.34

SECAGEM ESTACIONÁRIA DE SEMENTES DE SOJA UTILIZANDO AR DE SECAGEM COM VARIAÇÕES NA UMIDADE RELATIVA

ALEXANDRE MOSCARELLI LEVIEN

Engenheiro Agrônomo

Aprovada em: 20/04/2005
Comissão Examinadora:
Prof. Leopoldo Baudet - UFPel
Prof. Francisco Amaral Villela - UFPel
Prof. Silmar Teichert Peske - UFPel
Dr. Pedro Moreira F° - EMBRAPA

A minha esposa Eliara e meu filho Lucas,

pelo incentivo, apoio e carinho.

AGRADECIMENTOS

Ao professor orientador Leopoldo Baudet, pela orientação na realização do curso de mestrado e em especial para a realização deste trabalho.

Ao Professor Silmar Teichert Peske, pela co-orientação, incentivo e por ter possibilitado a realização do curso.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

A minha mãe e toda família, em especial aos meus irmãos da Gráfica Sem Rival pelo suporte, colaboração e incentivo recebido.

À direção da Agropastoril Jotabasso Ltda, pela concessão das instalações para a execução do experimento, em especial aos senhores Airton Francisco de Jesus, Edmar Lopes Dantas e Mário Vareiro Garcia pela excelente acolhida recebida.

A todos os professores, funcionários do Laboratório de Análise de Sementes e colegas que de algum modo contribuíram para a realização do curso de mestrado e deste trabalho.

Aos bolsistas Luis e Letícia, pela ajuda na realização dos testes de avaliação da qualidade.

Em especial ao colega Gustavo Falck pelo companheirismo e ajuda na execução do experimento.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	X
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1. Local e material	8
3.2. Metodologia de secagem	8
3.3. Descrição dos testes	11
3.3.1. Teor de água das sementes em laboratório	11
3.3.2. Teste de germinação	11
3.3.3. Teste de envelhecimento acelerado	11
3.3.4. Teste de tetrazólio	12
3.3.5. Teste de emergência em campo	12
3.4. Análise estatística	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4.1. Curvas de secagem	14
4.2. Efeitos sobre a qualidade fisiológica das sementes	25
5. CONCLUSÕES	27
6 REFERÊNCIAS	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Esquema representativo dos cortes longitudinal e transversal do secador estacionário, marca Rota, indicando os pontos de amostragem D ₁ , D ₂ e D ₃ nas alturas H ₁ , H ₂ e H ₃	10
Figura 2 -	Perfil de umidade das sementes de soja secas em silo secador, utilizando UR do ar inicial de 45% e final de 30%, com fluxo de ar de $30\text{m}^3/\text{min./t.}$ em função da distância (D ₁ =0,15m, D ₂ =0,30m e D ₃ =0,45m) do tubo central perfurado (secagem 1). Umidade inicial 16,5%	15
Figura 3 -	Perfil de temperatura das sementes de soja secas em silo secador, utilizando UR do ar inicial de 45% e final de 30%, com fluxo de ar de $30\text{m}^3/\text{min./t.}$ em função da distância (D ₁ =0,15m, D ₂ =0,30m e D ₃ =0,45m) do tubo central perfurado (secagem 1). Umidade inicial 16,5%	16
Figura 4 -	Perfil de umidade das sementes de soja secas em silo secador, utilizando UR do ar inicial de 45% e final de 30%, com fluxo de ar de $30\text{m}^3/\text{min./t.}$ em função da distância (D ₁ =0,15m, D ₂ =0,30m e D ₃ =0,45m) do tubo central perfurado (secagem 2). Umidade inicial 18,0%	17
Figura 5 -	Perfil de temperatura das sementes de soja secas em silo secador, utilizando UR do ar inicial de 45% e final de 30%, com fluxo de ar de $30\text{m}^3/\text{min./t.}$ em função da distância (D ₁ =0,15m, D ₂ =0,30m e D ₃ =0,45m) do tubo central perfurado (secagem 2). Umidade inicial 18,0%	18
Figura 6 -	Perfil de umidade das sementes de soja secas em silo secador, utilizando UR do ar inicial de 30% e final de 45%, com fluxo de ar de $30m^3/min./t$. em função da distância (D_1 =0,15m, D_2 =0,30m e D_3 =0,45m) do tubo central perfurado (secagem 3). Umidade inicial 14,5%	19
Figura 7 -	Perfil de temperatura das sementes de soja secas em silo secador, utilizando UR do ar inicial de 30% e final de 45%, com fluxo de ar de $30m^3/min./t$. em função da distância (D ₁ =0,15m, D ₂ =0,30m e D ₃ =0,45m) do tubo central perfurado (secagem 3). Umidade inicial	
	14,5%	20

Figura 8 -	Perfil de umidade das sementes de soja secas em silo secador, utilizando UR do ar inicial de 30% e final de 45%, com fluxo de ar de $30m^3$ /min./t. em função da distância (D ₁ =0,15m, D ₂ =0,30m e D ₃ =0,45m) do tubo central perfurado (secagem 4). Umidade inicial 18,0%	21
Figura 9 -	Perfil de temperatura das sementes de soja secas em silo secador, utilizando UR do ar inicial de 30% e final de 45%, com fluxo de ar de 30m³/min./t. em função da distância (D ₁ =0,15m, D ₂ =0,30m e D ₃ =0,45m) do tubo central perfurado (secagem 4). Umidade inicial 18,0%	22

LISTA DE TABELAS

23	Diferença de umidade de sementes de soja no final da secagem, em função da distância do tubo central perfurado e do processo de secagem	Tabela 1 -
25	Resultados dos testes de germinação (G%), tetrazólio de viabilidade (TZG%), tetrazólio de vigor (TZV%), envelhecimento acelerado (EA%) e emergência das plântulas em campo, para os efeitos dos fatores de tratamentos de secagem e distância do tubo central perfurado	Tabela 2 -

SECAGEM ESTACIONÁRIA DE SEMENTES DE SOJA UTILIZANDO AR DE SECAGEM COM VARIAÇÕES NA UMIDADE RELATIVA

Autor: Alexandre Moscarelli Levien

Orientador: Leopoldo Baudet

RESUMO. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de aprimorar o processo de secagem de sementes de soja em secador estacionário com distribuição radial do fluxo do ar com variações de UR. Foram secos quatro lotes de oito toneladas cada, sendo dois com umidade relativa do ar de secagem maior no início e menor no final da secagem (AB) e dois com umidade relativa do ar de secagem menor no início e maior no final da secagem (BA). Durante a secagem, foram feitas amostragens das sementes no secador às distâncias radiais de 0,15; 0,30 e 0,45m do tubo central perfurado nas alturas de 0,90; 2,70 e 4,50m da base do secador. Foram determinados os perfis de grau de umidade e temperatura das sementes e após o término das secagens, foram retiradas amostras dos diferentes pontos para avaliação da sua qualidade fisiológica pelos testes de germinação, tetrazólio (viabilidade e vigor), envelhecimento acelerado e emergência em campo. Os resultados permitiram concluir que: a) a taxa média de secagem de sementes de soja, em silo secador com distribuição radial do ar, com fluxo do ar de 30 m³ / minuto / t, é próxima a 0,80 pontos percentuais / hora utilizando umidade relativa do ar de 30% no início da secagem e umidade relativa do ar de 45% no final da secagem; b) utilizando umidade relativa do ar de secagem de 45% na fase final do processo de secagem, o gradiente de umidade final das sementes torna-se inferior a 2 pontos percentuais em todo o secador; c) o acréscimo de 15 pontos percentuais na umidade relativa do ar na fase final da secagem estacionária, reduz a taxa média de secagem em torno de 20% e d) a qualidade fisiológica imediata das sementes de soja secas em secador estacionário com distribuição radial do ar, não é afetada negativamente pela variação na UR do ar de secagem.

Palavras chave: *Glycine max*, qualidade de sementes, taxa de secagem, secador de fluxo radial

.

STATIONARY DRYING OF SOYBEAN SEEDS USING DRYING AIR WITH VARIATIONS IN RELATIVE HUMIDITY

Author: Alexandre Moscarelli Levien

Adviser: Leopoldo Baudet

ABSTRACT. The objective of this study was to improve bin drying of soybean seed using stationary dryer with radial distribution of air flow varying Relative Humidity (RH). Four batches eight tons each were dried: two with high RH initially and low RH later; two with low RH initially and high RH at the end of drying, which is the innovation. During drying, seed samples were taken from the dryer at 0.15; 0.30 and 0.45m from the perforated central pipe at 0.90; 2.70 and 4,50m height from the dryer floor. Movements of drying front was then determined by seed moisture and temperature and after end of drying, samples were taken to evaluate seed physiological quality through standard germination, tetrazolium -viability and vigor, accelerating aging and field emergency. Results allow the following conclusions: a) average stationary bin drying rate of soybean seeds, with 30 m³ / minute / ton air flow, is close to 0,80 p.p. / hour using RH of 30% initially and 45% at the end of drying; b) using RH of 45% at the end of drying, seed moisture gradient all over the dryer is below 2%; c) increasing 15p.p. in RH at the end of stationary drying, reduce average drying rate in around 20%; and d) immediately soybean seed quality is not adversely affected by increasing RH at the end of drying.

Key words: Glycine max, seed quality, drying rate, radial flow dryer

1. INTRODUÇÃO

No cultivo mundial, a soja ocupou na safra 2003/2004 cerca de 76 milhões de hectares com produção de 210 milhões de toneladas, projetando-se para a safra 2004/2005 um aumento da produção ao redor de 5%, podendo chegar a 222,84 milhões de toneladas. Volume tão expressivo a colocam como o principal produto agrícola negociado no mercado internacional. Nesse contexto, o Brasil é o segundo colocado com uma produção de 53 milhões de toneladas / ano, com 38% da produção, atrás apenas dos EUA que produzem 65,8 milhões de toneladas/ano (USDA, 2004).

O explosivo crescimento da produção de soja no país, de cerca de 250 vezes no transcorrer de apenas quatro décadas, determinou uma série de mudanças sem precedentes na sua história. Foi a soja, inicialmente auxiliada pelo trigo, a grande responsável pelo surgimento da agricultura comercial no Brasil. Também foi a grande responsável pela aceleração da mecanização das lavouras brasileiras, pela modernização do sistema de transportes, pela expansão da fronteira agrícola, pela profissionalização e pelo incremento do comércio internacional, pela modificação e enriquecimento da dieta alimentar dos brasileiros, pela interiorização da população e pela tecnificação de outras culturas, destacadamente o milho (EMBRAPA, 2004).

Para atender a esta crescente expansão da cultura da soja, as empresas produtoras de sementes procuram cada vez mais melhorar a qualidade das sementes produzidas, o que se constitui no principal elemento de marketing, em um mercado de alta competitividade. A produção de sementes de soja no Brasil, na safra 2002/03, atingiu o total de 1.002.616t, representando 56,68% das sementes produzidas de todas as espécies (ABRASEM, 2005).

As sementes de soja podem sofrer perdas qualitativas importantes no sistema de secagem, causadas pelos elevadores de caçamba de descarga centrífuga (danos mecânicos) acoplados aos secadores intermitentes, às baixas velocidades de secagem dos secadores estacionários, ao alto custo de investimento e ao perigo de danificação das sementes por excesso de temperatura, oferecido por estes sistemas. Porém, se os produtores de sementes de soja procuram colher o máximo possível da sua produção com umidade de 13%, as perdas por deterioração em campo serão maiores, dadas a condições climáticas adversas em regiões de clima subtropical e tropical por ocasião da colheita. A secagem é um processo

fundamental da tecnologia para a produção de sementes de alta qualidade, pois permite a colheita das sementes no momento oportuno, isto é, o mais próximo do ponto de maturidade fisiológica; a redução do teor de água das sementes até níveis adequados para o armazenamento, preservando as sementes de alterações físicas e químicas, potencializadas pelo excesso de umidade, torna possível a manutenção da qualidade inicial durante o armazenamento,

Os produtores de sementes de soja mais tecnificados utilizam o método de secagem artificial, o que possibilita a produção de sementes de melhor qualidade, pois colhendo as sementes com umidade mais elevada, 18 a 20%, diminui-se a exposição das sementes a fatores adversos (orvalho, chuvas, ataque de insetos). A operação dos diversos tipos de secadores disponíveis no mercado nacional torna-se limitante, o que certamente vai se refletir na qualidade final dos lotes produzidos.

O objetivo do presente trabalho foi aprimorar o processo de secagem estacionária de sementes de soja (*Glicyne max* L. Merrill) em secador com distribuição radial do fluxo de ar, com variações na umidade relativa do ar de secagem.

2. REVISÃO DE LITERATURA

As sementes de soja, ao atingirem a maturidade fisiológica, ponto de máxima acumulação de matéria seca, apresentam o máximo de poder germinativo e vigor, o que ocorre quando as sementes possuem teor de água ao redor de 50%, não compatível com a tecnologia disponível para colheita mecânica. A partir deste ponto, permanecem submetidas a fatores adversos de campo que são potencialmente desfavoráveis à preservação de sua qualidade, devendo a colheita ser realizada tão logo haja compatibilização entre o teor de água das sementes que permita a debulha mecânica e o método de colheita a ser empregado (Villela, 1991).

De acordo com Ahrens & Peske (1994), os mecanismos de sorção e dessorção diários de água em sementes de soja, entre a maturidade fisiológica e o momento de colheita, podem alcançar amplitude superior a cinco pontos percentuais, em decorrência das variações da umidade relativa do ar ambiente ao longo do dia, evidenciando assim, que as sementes estão em permanente intercâmbio de água com o ambiente.

A higroscopicidade das sementes determina sua capacidade de estar em permanente troca de água com a atmosfera que a rodeia. O fluxo predominante de água é determinado pelo gradiente de potencial hídrico entre as sementes e o ar atmosférico. Quando a diferença de potencial é nula, cessa o processo de transferência de água e as sementes entram em equilíbrio higroscópico com o meio (Silva, 1986).

O sistema de secagem com ar quente forçado serve também para aquecer as sementes de maneira que a umidade interna migre para a superfície externa da semente e a umidade da periferia da semente seja evaporada, para assim reduzir o grau de umidade da massa de sementes. O ar deve ser movimentado através da massa de sementes para realizar esta função (Baudet et. al. 1999).

A secagem com ar ambiente pode ser realizada em silos completamente cheios (com altura da camada de até 5m), sendo possível obter uma elevada eficiência térmica, pois o ar sai praticamente sem capacidade de secagem, pela sua alta umidade relativa e baixa temperatura, proporcionando também um baixo manuseio das sementes, o que contribui para a obtenção de sementes com alta qualidade fisiológica (Roa & Villa, 1977). Segundo Teter (1987), seriam vantagens também à minimização dos riscos de sobressecagem e a utilização do próprio silo

secador como unidade de armazenamento, reduzindo custos estruturais e operacionais.

O método estacionário de secagem consiste basicamente em se forçar o ar através de uma massa de sementes que permanece sem se movimentar. No secador estacionário com distribuição radial do ar insuflado, o ar é forçado a passar pelas sementes transversalmente (distribuição radial), por meio de um tubo vertical perfurado, situado na posição central do secador, desde a base até o topo. A câmara de secagem compreende o volume contido entre o tubo central e a parede do secador (Peske & Villela, 2003).

A secagem, nos secadores estacionários, processa-se em camadas com a formação de zonas de secagem; a região onde mais efetivamente se verifica a cedência de água das sementes para o ar, denomina-se de frente de secagem. O fluxo de ar deve ser suficiente para não se tornar saturado antes que deixe a massa de sementes, podendo ser elevado até que seja capaz de absorver toda a água evaporada das sementes, a partir deste ponto, a movimentação da água, do interior para a superfície das sementes, torna-se o principal fator a influenciar o tempo de secagem. Nos secadores com distribuição radial de ar comumente utilizados no Brasil, a espessura da camada, em geral de 0,60m, proporciona baixa pressão estática tornando possível o emprego de fluxos de ar em torno de 30m3 / min. / t, o que torna a secagem mais rápida e uniforme. O avanço radial da frente de secagem e alterações na condição do ar, na medida em que este percorre a massa, concorrem para originar diferenças de temperatura e teor de água entre as sementes diferentemente distanciadas em relação à entrada do ar de secagem. Ambos são diminuídos com a redução da temperatura e espessura da massa e elevação do fluxo de ar. Valores de até 12°C para temperatura e 4% para teor de água tem sido observados em secagens de milho e soja, sem conseqüências prejudiciais a sua qualidade (Cavariani et al., 1999).

Segundo Baudet (1992), a temperatura da massa de sementes deve ser o parâmetro utilizado para controlar a qualidade das sementes, qualquer que seja o secador empregado. Essa temperatura não deve ultrapassar 43°C perto do final da secagem (sementes com umidade de 13%), e não exceder a 32°C quando estão úmidas (acima de 18% de umidade).

A temperatura de secagem deve ter como referência à da massa de sementes, assim valores situados entre 32 e 43°C são considerados como máximos

e, acima das quais danos físicos e químicos podem ser gerados (Brooker et al., 1974).

Secando sementes de soja em secador de fundo falso perfurado, Boyd et al. (1974), identificaram a necessidade de ajustar o fluxo de ar e a altura da camada de sementes, de maneira a diminuir o tempo de secagem e reduzir os efeitos negativos sobre a qualidade das sementes. Nesta pesquisa constataram, também, que sementes colhidas com teores de água de 22,3 e 18,5% e secas até 12%, utilizando fluxos de ar em torno de 10m³ / min. / t combinados com temperatura do ar de secagem de 38°C, não apresentaram reduções significativas na qualidade.

Rangel et al. (1997) concluíram que não houve prejuízo na qualidade fisiológica final das sementes de arroz secas em silo secador estacionário com ar ambiente forçado, após terem sido transferidas de um secador intermitente que as secou de 22,9% de umidade inicial, para 17,8 e 19,7%. Na secagem estacionária, o fluxo de ar de 1m³/ min / t foi suficiente para secar uma camada de até 5m de altura de sementes de arroz com até 19,7% de teor de água. A frente de secagem demorou 15 dias para alcançar a altura de 4,4m, correspondendo à porção superior da massa de sementes.

Paula (1992) secou sementes de soja em silo secador estacionário com fundo falso perfurado, com o objetivo de estudar o efeito da secagem em baixas temperaturas e pequenos fluxos de ar, na qualidade das sementes. Utilizou três fluxos de ar, 0,8; 0,5 e 0,2m³ / min / t., que levaram 32, 65 e 75 dias para completarem a secagem, respectivamente. Conclui que sementes de soja com 15% de umidade, podem ser secas com um fluxo de ar de 0,8 m³ / min / t até uma altura de 4,5m de camada de sementes, para uma umidade relativa e temperatura do ar de secagem de 60% e 19°C, respectivamente, sem prejuízo da qualidade fisiológica das sementes.

A secagem de sementes em silo secador com distribuição radial do ar de secagem foi primeiramente relatada por Correa (1981), que procedeu à secagem de sementes de arroz, aliando temperatura do ar de secagem de 42°C, espessura da camada de sementes de 1,35m (divididas em três distancias radiais em relação ao tubo central), tomando amostras em três alturas do secador e tempos de secagem de 12 a 15 horas. O autor concluiu que havia uma grande diferença entre as temperaturas das sementes e entre os teores de água no ponto mais próximo ao tubo central perfurado e o mais afastado, sendo mais prejudicado o ponto mais alto

do secador, provocando uma secagem desuniforme já que a frente de secagem, que deveria mover-se de dentro para fora, também se deslocou de baixo para cima.

Utilizando um secador de espigas, para promover a pré-secagem das sementes de milho, e depois de debulhadas, complementado a secagem em secador estacionário com distribuição radial de ar, Lacerda Filho et al. (1999) concluíram que o sistema de secagem em silos, com distribuição radial de ar, não apresentou uniformidade no teor de água das sementes, ao final da secagem, o que pode acarretar problemas nos lotes armazenados a granel em ambientes com umidade e temperatura não controladas, e que é necessário estudar um novo sistema de distribuição radial de ar para os referidos secadores.

Em estudo visando identificar diferenças de umidade e qualidade fisiológica das sementes de sorgo, em diferentes pontos no secador no final da secagem, secas em secador estacionário com distribuição radial de ar, Cardoso Sobrinho et al. (1999) concluíram que houve diferenças significativas no teor de água das sementes localizadas a diferente distância do duto de entrada do ar e que os testes de envelhecimento acelerado e frio indicaram que há efeito da secagem sobre a qualidade das sementes de sorgo, posicionadas em diferentes pontos na massa, tanto na altura, quanto na distância em relação ao tubo central.

Miranda et al. (1999) estudaram a secagem de sementes de soja em secador com distribuição radial do ar, em diversas posições, com espessura da camada de 0,6m, combinando fluxos de 26,9, 28,4 e 32,2 m³/min./t com temperaturas do ar de secagem de 42, 46 e 50°C. Os autores concluíram que o fluxo do ar de 28,4 m³/min./t, aliado a utilização da temperatura de 46°C do ar de secagem é fisicamente mais adequado para a realização da secagem e também que a elevação na temperatura demanda redução no fluxo de ar e, inversamente o aumento no fluxo de ar demanda redução na temperatura. Os testes de qualidade realizados não detectaram efeitos significativos provenientes da posição das sementes no secador.

Segundo Garcia et al. (2004), na secagem em condições comerciais, o uso de secadores estacionários para sementes de soja vem-se tornando uma prática recomendada em função da redução dos danos mecânicos às sementes, pois estas permanecem estáticas no secador, porém o tempo de secagem torna-se uma limitação quando comparados aos secadores intermitentes. Para compensar isto, os produtores estão começando a utilizar altas temperaturas e elevados fluxos de ar nos secadores estacionários.

Porém, a dinâmica do processo de secagem com ar aquecido concorre para tornar complexo o seu estudo, pela dificuldade em isolar os efeitos dos fatores envolvidos no processo de secagem, em razão da interação entre eles. Quando a operação de secagem está finalizando, as sementes estão com temperatura mais elevada e mais seca, portanto mais frágeis, por isso a redução da taxa de secagem pelo aumento da umidade relativa e não pela temperatura do ar de secagem nesse momento pode tornar-se uma operação que afete positivamente a qualidade das sementes de soja. Assim, torna-se importante a obtenção de novos dados de pesquisa, para que os operadores tenham consciência das condições de secagem, buscando sempre reduzir ao mínimo as inevitáveis e irreversíveis perdas em qualidade fisiológica das sementes de soja.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e material

O presente trabalho foi conduzido no mês de abril de 2004, na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS), da empresa produtora de sementes Agropastoril Jotabasso Ltda., localizada na cidade de Ponta Porã, no estado de Mato Grosso do Sul.

Foram utilizadas sementes de soja da variedade M-SOY 8001, produzidas na safra 2003/04. As sementes foram colhidas e submetidas logo após à pré-limpeza, com aproveitamento da porção que atravessou a peneira com perfuração redonda 8mm e ficou retida na oblonga 4,5 x 19mm e encaminhadas para a secagem em prazo inferior a 12 horas.

As secagens foram realizadas em silo secador estacionário com cilindro central perfurado e distribuição radial do ar insuflado, marca Rota, com capacidade estática de 8 t de sementes (200 sacos de 40kg).

O fornecimento de calor foi realizado através de queimador a gás (GLP), acoplado a ventilador centrífugo marca Projelmec, com potência de 12,5cv fornecendo fluxo de ar de 14.400m³/h, o que assegurou um fluxo de ar durante a secagem de 30m³/min /t.

3.2. Metodologia de secagem

Foram realizadas quatro operações de secagens equivalentes a quatro lotes de oito toneladas cada, sendo duas secagens (1 e 2) realizadas começando com UR do ar de secagem maior (45%) e terminando com UR do ar de secagem menor (30%) e duas secagens (3 e 4) começando com UR do ar de secagem menor (30%) e terminando com UR do ar de secagem maior (45%).

Para determinar a UR do ar de secagem foi instalado um psicrômetro externamente ao secador que, em conjunto com o gráfico psicrométrico, permitiu obter os dados de temperatura e umidade relativa do ar ambiente bem como da umidade relativa do ar insuflado (aquecido), os quais eram registrados a cada hora durante as secagens. A UR do ar de secagem foi controlada regulando a temperatura do ar de secagem na entrada do secador, não ultrapassando 43°C.

As temperaturas do ar de secagem foram determinadas em termômetro analógico, instalado no duto de entrada do ar aquecido. Antes do início de cada secagem, foi retirada amostra representativa das sementes acondicionadas no secador, que foram colocadas em bandejas e secas ao sol logo até atingirem teor de água entre 11,5 e 12%.

A amostragem das sementes foi realizada com o emprego de amostrador duplo septado, confeccionado para a realização do experimento. O secador foi dividido em três alturas equidistantes 1,80m entre si, sendo que a primeira altura situa-se a 0,90m da base do secador (H_1); a segunda 2,70m (H_2) e a terceira a 4,50m (H_3). Em cada altura, foram determinados três pontos de amostragem posicionados radialmente em relação à parede do cilindro central perfurado de insuflação de ar, equivalentes a 0,15m (D_1); 0,30m (D_2) e 0,45m (D_3), conforme Figura 1.

A cada hora, durante a operação de secagem das sementes de soja, foram determinadas as temperaturas da massa de sementes nos locais de amostragem pré-determinados para cada altura e distância radial do silo secador. Para isto, era efetuada a coleta das amostras com calador duplo septado e as sementes colocadas em copos de isopor, tomando o cuidado para não misturar as sementes de diferentes distâncias e alturas, e esperando cinco minutos para fazer a leitura dos termômetros de bulbo de mercúrio.

As determinações dos teores de água das sementes ocorreram dez minutos após a coleta de cada amostra de sementes, depois de alcançado o equilíbrio térmico, por meio de um determinador de umidade modelo "Universal".

O término da secagem ocorreu quando o teor de água médio das sementes era de 11,5%, momento em que se desligava a fonte de calor. Neste momento, além de se determinar a temperatura e o teor de água das sementes, em cada um dos pontos pré-estabelecidos, foi retirada uma quantidade suficiente de sementes em cada ponto (1kg), para se guardar para as avaliações posteriores da qualidade das sementes.

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas para o Laboratório Didático de Análise de Sementes da Universidade Federal de Pelotas, onde ficaram armazenadas em câmara fria e seca, com temperatura de 20°C e umidade relativa de 40%, para posterior realização dos testes de avaliação da qualidade fisiológica.

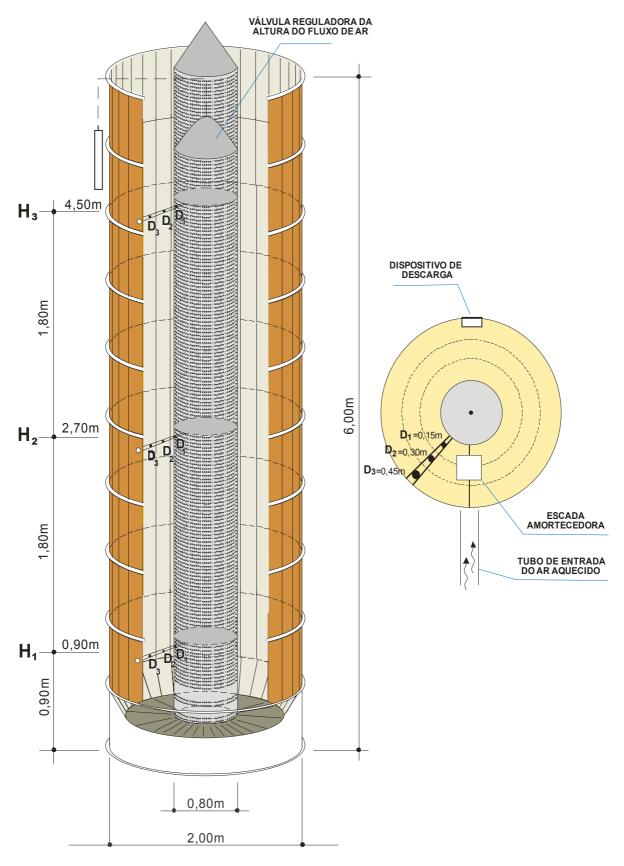


Figura 1. Esquema representativo dos cortes longitudinal e transversal do secador estacionário, marca Rota, indicando os pontos de amostragem D_1 , D_2 e D_3 nas alturas H_1 , H_2 e H_3 .

3.3. Descrição dos testes

A avaliação da qualidade das sementes de soja foi realizada através dos testes de germinação, envelhecimento acelerado, Tetrazólio - viabilidade (TZG%) e Tetrazólio - vigor (TZV%), do início de maio até o início de agosto de 2004. Também foi realizado o teste de emergência em campo no mês de novembro de 2004.

3.3.1. Teor de água das sementes em laboratório (%)

Foi determinado pelo método de estufa a 105±3°C/24horas (Brasil, 1992). Os resultados, expressos em porcentagem, foram calculados com base no peso úmido (Bu).

3.3.2. Teste de germinação (%)

Foi realizado de acordo com as Regras de Análise de Sementes (Brasil, 1992), em rolo de papel e temperatura constante de 25°C, com exceção do número de sementes que foi de 200, divididas em quatro subamostras de 50 sementes.

3.3.3. Envelhecimento acelerado (%)

Foram utilizadas 42g de sementes (± 250 sementes) de cada ponto de amostragem, colocadas em "gerbox" sobre uma tela de aço inox, contendo 40ml de água deionizada, que foram colocadas em "BOD" (câmara de envelhecimento), na temperatura de 41 ± 0,3°C e 100% de umidade relativa do ar por 72 horas (Tillmann et al., 2003). Depois de passado o tempo de envelhecimento, as sementes foram colocadas para germinar da mesma maneira descrita para o teste de germinação, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992) e avaliação no quinto dia.

3.3.4. Teste de Tetrazólio (%)

Utilizaram-se duas subamostras de 50 sementes, de cada ponto amostrado, tomadas ao acaso. As sementes foram pré-condicionadas em papel toalha convenientemente umedecido, durante 16 horas, em germinador mantido na temperatura de 25°C. Decorrido este período, as sementes foram colocadas em copinhos de plásticos, sendo totalmente submersas na solução de tetrazólio a 0,075% e mantidas em estufa a 40°C durante 180 minutos para adquirirem a coloração. Em seguida, as sementes foram lavadas e avaliadas individualmente, computando-se como número de sementes potencialmente germináveis aquelas incluídas nas classes de 1 a 5 (TZG%) e, como potencialmente vigorosas, aquelas incluídas nas classes 1 a 3 (TZV%), conforme França Neto et al. (1999).

3.3.5. Emergência das plântulas em campo (%)

O teste foi implementado no campo de experimentação didático da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", no mês de novembro de 2004. Utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes, de cada ponto amostrado, semeadas em linhas com espaçamento de 10cm entre si, a uma profundidade de 3cm. A avaliação das plântulas emergidas foi realizada 14 dias após a semeadura, e os resultados expressos em porcentagem.

3.4. Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada, no Sistema de Análise estatística para Windons, versão 2.11 – WinStat (Machado et al., 2004). As curvas de secagem e temperatura foram determinadas no Programa de Planilha Eletrônica Excel.

Para a análise dos dados dos testes de avaliação da qualidade fisiológica, as secagens 1 e 2 foram agrupadas formando o nível AB (maior e menor UR do ar de secagem) e as secagens 3 e 4 foram agrupadas formando o nível BA (menor e maior UR do ar de secagem). O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com dois fatores de tratamento (umidade relativa do ar de secagem e distância em relação ao tubo central perfurado, níveis D₁, D₂ e D₃), sendo as alturas consideradas os blocos.

Para análise da diferença de umidade final das sementes, foi utilizado o delineamento completamente casualizado com três repetições por distância radial do tubo central perfurado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Curvas de secagem

Na Figura 2 é apresentado o perfil de umidade das sementes de soja com teor de água inicial de 16,5% (secagem 1), em função do tempo de secagem. As sementes foram secas com umidade relativa do ar de secagem de 45% (maior) nas primeiras três horas de secagem e de 30% (menor) até terminar a secagem, mostrando uma tendência quadrática para a redução do teor de água, nas distâncias D_1 e D_3 e linear para D_2 .

As sementes, após uma hora, no ponto mais próximo do tubo central perfurado (D_1) , já apresentavam uma perda ao redor de três pontos percentuais no teor de água. Nas outras duas distâncias D_2 e D_3 , a secagem começou a ser realizada de forma mais lenta, somente após o final da segunda hora de secagem.

A diferença de teor de água (Δ) entre as distâncias três e um (Δ =D₃-D₁), ao final da secagem, foi de três pontos percentuais, isto demonstra que as sementes próximas ao tubo central sofrem uma sobressecagem. As sementes localizadas até uma distância de 0,30m do tubo central apresentaram uma secagem mais uniforme.

A taxa média de secagem na distância D_1 foi de 1,21 p.p./hora, na D_2 foi de 1,18 p.p./hora e na D_3 foi de 0,85 p.p./hora.

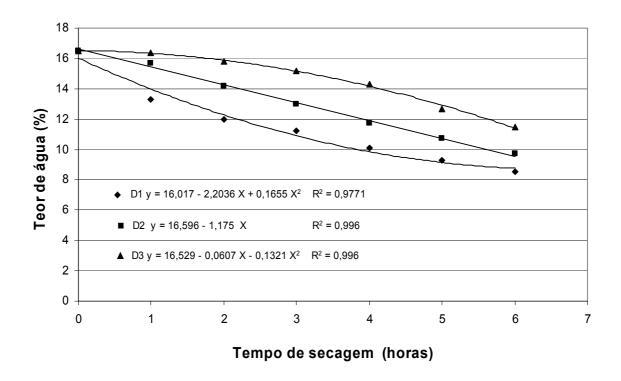


Figura 2. Perfil de umidade das sementes de soja secas em silo secador, utilizando UR do ar inicial de 45% e final de 30%, com fluxo de ar de 30m^3 /min./t. em função da distância (D₁=0,15m, D₂=0,30m e D₃=0,45m) do tubo central perfurado (secagem 1). Umidade inicial 16,5%.

Na Figura 3 é apresentado o perfil de temperatura da massa de sementes em função do tempo de secagem, mostrando que nas primeiras horas de secagem existe um aumento mais acentuado na temperatura da massa nas três distâncias (sendo que no ponto mais próximo ao tubo central a temperatura é maior e no ponto mais distante menor), e ao se aproximar do final da secagem tende a se estabilizar.

Os dados de temperatura da massa de sementes permitiram verificar que a temperatura na massa de sementes diminui à medida que se distancia do tubo central perfurado. Essa tendência se explica pela absorção de água pelo ar à medida que avança pela massa de sementes, conforme constatado no perfil de umidade das sementes na Figura 2. Para cada distância analisada, as temperaturas da massa de sementes aumentaram com o decorrer da secagem, em valores que se ampliaram com a aproximação ao tubo central perfurado. Essa tendência significa que menos água é absorvida pelo ar ao passar pela massa de sementes e com isso menos calor é despendido.

Ao final da secagem a diferença de temperatura entre o ponto mais perto (D_1) e o mais afastado (D_3) do tubo central perfurado, foi de 4,5°C.

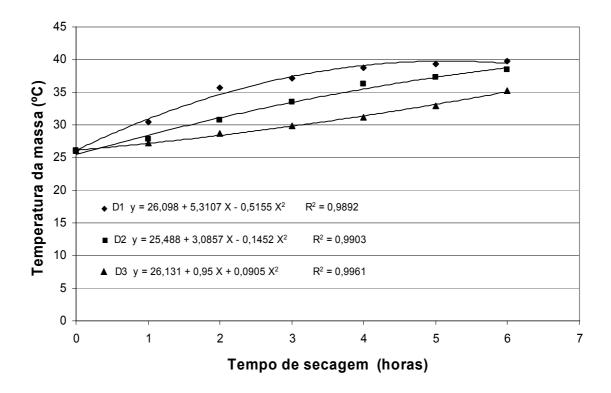


Figura 3. Perfil de temperatura das sementes de soja secas em silo secador, utilizando UR do ar inicial de 45% e final de 30%, com fluxo de ar de $30m^3$ /min./t. em função da distância (D₁=0,15m, D₂=0,30m e D₃=0,45m) do tubo central perfurado (secagem 1). Umidade inicial 16,5%.

Na Figura 4 é apresentado o perfil do teor de água das sementes de soja, com grau de umidade inicial de 18,0% (secagem 2), em função do tempo de secagem. As sementes também foram secas com umidade relativa do ar de secagem de 45% (maior) nas primeiras quatro horas de secagem e de 30% (menor) até terminar a secagem, mostrando uma tendência quadrática para a redução do teor de água nas D_1 e D_3 e cúbica para D_2 .

Observa-se que a redução do teor de água na distância D_1 se deu de maneira mais acentuada nas primeiras horas de secagem, em relação às outras duas distâncias. Ao final da primeira hora de secagem, na distância D_1 , já havia ocorrido a secagem das sementes, onde se verificou a perda em torno de três pontos percentuais. Nas distâncias D_2 e D_3 a secagem começa a acontecer no final

da segunda hora, indicando o tempo que a frente de secagem levou para atingir estes pontos.

De um modo geral, houve um decréscimo constante no teor de água das sementes, nas três distâncias, até a sexta hora de secagem, momento este em que as sementes localizadas na distância D_1 praticamente não perderam mais água e uma pequena redução no teor de água na distância D_2 , entretanto significativa redução na D_3 até o final da oitava hora de secagem.

A taxa média de secagem na distância D_1 foi de 1,03 p.p./hora, na D_2 foi de 0,94 p.p./hora e na D_3 foi de 0,72 p.p./hora.

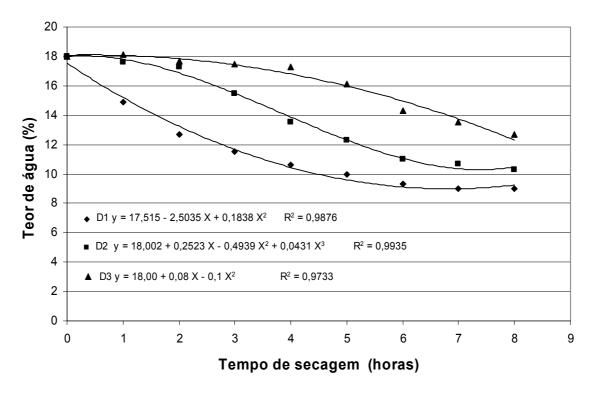


Figura 4. Perfil de umidade das sementes de soja secas em silo secador, utilizando UR do ar inicial de 45% e final de 30%, com fluxo de ar de $30\text{m}^3/\text{min./t.}$ em função da distância (D₁=0,15m, D₂=0,30m e D₃=0,45m) do tubo central perfurado (secagem 2). Umidade inicial 18,0%.

A Figura 5 representa o perfil da temperatura da massa de sementes, em função do tempo de secagem, onde houve comportamento semelhante à secagem 1, mostrando um aumento até a sexta hora de secagem e após este tempo houve uma tendência a se estabilizar nas três distâncias. A maior temperatura registrada

foi de 42° C, na distância D_1 , que foi menor que a temperatura do ar de secagem (43° C), mesmo após oito horas de secagem.

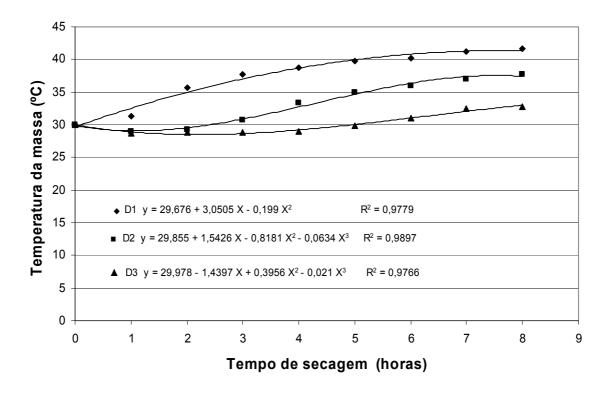


Figura 5. Perfil de temperatura das sementes de soja secas em silo secador, utilizando UR do ar inicial de 45% e final de 30%, com fluxo de ar de 30m^3 /min./t. em função da distância (D₁=0,15m, D₂=0,30m e D₃=0,45m) do tubo central perfurado (secagem 2). Umidade inicial 18,0%.

Na Figura 6 é apresentado o perfil do teor de água das sementes de soja com grau de umidade inicial de 14,5% (secagem 3), em função do tempo de secagem. As sementes foram secas com umidade relativa do ar de secagem de 30% (menor) nas primeiras três horas de secagem e de 45% (maior) até terminar a secagem, o que representa uma modificação das condições convencionais de secagem, mostrando uma tendência quadrática nas distâncias D₁, D₂ e D₃ para a redução do teor de água.

Após a primeira hora de secagem, na D_1 , já se verificou o início da secagem, com a retirada de umidade em torno de dois pontos percentuais. Na D_2 , a secagem só foi começar ao final da segunda hora de secagem e a D_3 ao final da terceira hora.

O deslocamento do ar insuflado em secagens estacionária pode ocasionar a manutenção ou mesmo a elevação do teor de água das sementes mais distanciadas da zona de entrada do ar aquecido e não atingidas pela frente de secagem, correspondendo o começo da secagem nestas zonas ao momento em que a elevação da temperatura e a redução do teor de água das sementes se acentuam (Miranda et al.,1999).

Mesmo com a diminuição da temperatura do ar de secagem, a partir do final da terceira hora de secagem, e o conseqüente aumento da umidade relativa do ar de secagem, a retirada de água continuou acontecendo em todas as distâncias, mas de maneira mais lenta, até que ao final da oitava hora desligou-se a fonte de aquecimento do ar, terminando-se assim a secagem. Neste momento o teor de água médio nos nove pontos de amostragem foi de 10,4%, contrastando com a umidade de 11,5% com que se pretendia terminar a secagem.

A taxa média de secagem na distância D_1 foi de 0,77 p.p./hora, na D_2 foi de 0,80 p.p./hora e na D_3 foi de 0,59 p.p./hora.

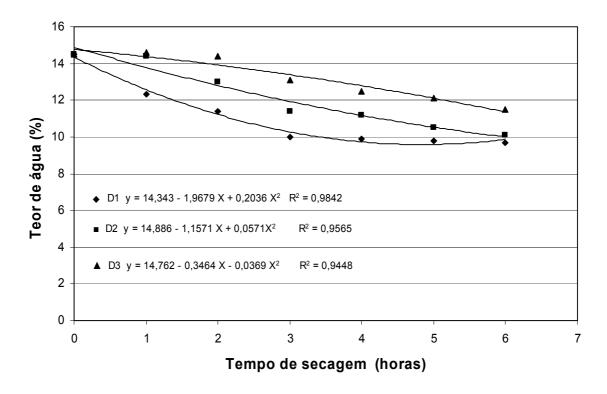


Figura 6. Perfil de umidade das sementes de soja secas em silo secador, utilizando UR do ar inicial de 30% e final de 45%, com fluxo de ar de $30m^3$ /min./t. em função da distância (D₁=0,15m, D₂=0,30m e D₃=0,45m) do tubo central perfurado (secagem 3). Umidade inicial 14,5%.

A Figura 7 apresenta o comportamento da temperatura da massa de sementes em função do tempo de secagem, onde se constata o aumento da temperatura, nas três distâncias, até o final da segunda hora operacional. Com a diminuição da temperatura do ar de secagem e o conseqüente aumento da umidade relativa, temse uma redução gradativa das temperaturas até o fim da terceira hora, mantendo-se estas após, praticamente estabilizadas até o final da secagem.

A diferença de temperatura ao final da secagem, entre o ponto mais afastado e o mais próximo do tubo central perfurado, foi de apenas 3°C, contrastando com a secagem 2 que foi de 8,9°C.

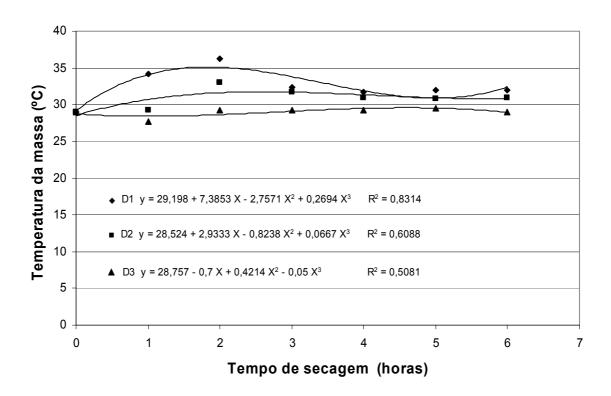


Figura 7. Perfil de temperatura das sementes de soja secas em silo secador, utilizando UR do ar inicial de 30% e final de 45%, com fluxo de ar de $30m^3$ /min./t. em função da distância (D₁=0,15m, D₂=0,30m e D₃=0,45m) do tubo central perfurado (secagem 3). Umidade inicial 14,5%.

Na Figura 8 é apresentado o perfil do teor de água das sementes de soja com grau de umidade inicial de 18,0% (secagem 4), em função do tempo de secagem. As sementes foram secas novamente com umidade relativa do ar de secagem de 30%

(menor) nas primeiras quatro horas de secagem e de 45% (maior) até terminar a secagem, mostrando uma tendência quadrática nas distâncias D_1 , D_2 e D_3 para a redução do teor de água.

A secagem, teve início na D_1 , a partir do final da primeira hora enquanto que, na D_2 ao final da terceira hora e na D_3 ao final da quarta hora operacional. No inicio da quinta hora, foi reduzida a temperatura do ar de secagem, para acontecer o aumento da umidade relativa do ar de secagem, ficando o teor de água no ponto mais próximo ao tubo central estabilizado em torno de 10% nas três alturas até o final da secagem, provavelmente pelo fato das sementes terem entrado em equilíbrio higroscópico com a umidade relativa do ar de secagem. Isto também aconteceu nas distâncias D_2 e D_3 nas ultimas duas horas de secagem. O teor de água médio ao final da secagem, nos nove pontos amostrados, foi de 11,7%.

A taxa média de secagem na distância D_1 foi de 0,83 p.p./hora, na D_2 foi de 0,87 p.p./hora e na D_3 foi de 0,74 p.p./hora.

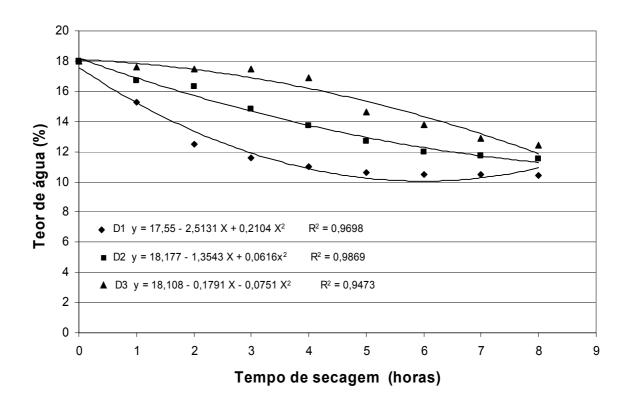


Figura 8. Perfil de umidade das sementes de soja secas em silo secador, utilizando UR do ar inicial de 30% e final de 45%, com fluxo de ar de $30\text{m}^3/\text{min./t.}$ em função da distância (D₁=0,15m, D₂=0,30m e D₃=0,45m) do tubo central perfurado (secagem 4). Umidade inicial 18,0%.

A Figura 9 apresenta o perfil da temperatura da massa de sementes em função do tempo de secagem, mostrando que até quarta hora a temperatura nas distâncias D_1 e D_2 aumentaram, e após este período (quando foi aumentada a UR do ar de secagem), começaram a diminuir. Na distância D_3 , a temperatura não aumentou do início até o fim da secagem. Ao final da secagem, a temperatura nas três posições foi praticamente a mesma, significando que o ar não estava absorvendo a umidade proveniente das sementes ou em outras palavras não estava ocorrendo secagem.

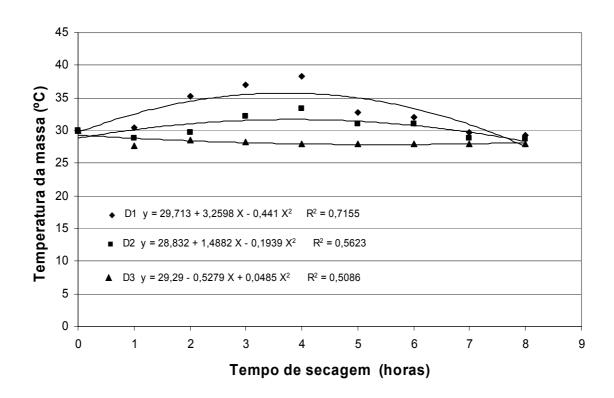


Figura 9. Perfil de temperatura das sementes de soja secas em silo secador, utilizando UR do ar inicial de 30% e final de 45%, com fluxo de ar de $30m^3$ /min./t. em função da distância (D₁=0,15m, D₂=0,30m e D₃=0,45m) do tubo central perfurado (secagem 4). Umidade inicial 18,0%.

Na Tabela 1, observa-se que houve diferença nas umidades finais entre as secagens, sendo que as maiores diferenças de umidade (Δ =D₃-D₁) ocorreram nas secagens 1 e 2, sendo de 2,9 e 3,8 p.p./hora respectivamente. Entretanto, nas secagens 3 e 4 com a utilização de umidade relativa maior (45%) no final da secagem, a diferença de umidade foi menor, variando de 1,7 a 2,0 p.p./hora.

Esta menor diferença de umidade entre os pontos mais afastados, nas secagens 3 e 4, demonstra que com a utilização da UR (45%) do ar mais elevada no final da secagem, se consegue uma melhor uniformização da umidade das sementes, no final da secagem em todo o secador.

Tabela 1. Diferença de umidade de sementes de soja no final da secagem, em função da distância do tubo central perfurado e da secagem.

Secagem [*]	Diferença de umidade (Δ =D ₃ -D ₁)
1	2,9 b
2	3,8 c
3	1,7 a
4	2,0 a

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

A diferença de três pontos percentuais pode ser considerada alta pelos movimentos potenciais. Por exemplo, caso a umidade média do lote for 13% haverá sementes desde 14,5% a 11,5%. Como se sabe, sementes com umidade acima de 14%, facilitam a multiplicação de microorganismos ficando com isso a qualidade das sementes afetada. Por outro lado, com uma umidade média de 12% a variação será de 13,5% a 10,5%, em que as sementes com baixa umidade estarão altamente susceptíveis a danificação mecânica, conforme Baudet, 2003.

Para haver equilíbrio higroscópico das sementes com a UR do ar há necessidade que o ar passe pelas sementes, assim a diferença de umidade entre as sementes permanecerá por longos períodos durante o armazenamento. Ressalta-se a necessidade de minimizar-se a diferença de umidade entre as sementes do lote.

A tendência quadrática do processo de secagem na camada de sementes mais próxima a entrada de ar é explicada pela maior velocidade de secagem nas primeiras horas do processo e pela tendência das sementes entrarem em equilíbrio com a UR do ar no final da secagem.

Por outro lado, a tendência quadrática do processo de secagem na camada mais distante da entrada do ar é explicada pela demora desta camada em iniciar a

^{*1:} secagem com UR do ar de 45-30%; 2: secagem com UR do ar de 45-30%; 3: secagem com UR do ar de 30-45%; 4: secagem com UR do ar de 30-45%.

secagem, pois como é sabido que na secagem estacionária há uma frente de secagem em que a camada mais distante é a ultima a começar a secar.

O gradiente de umidade, que verifica-se é determinado pela umidade relativa, temperatura e fluxo de ar, teor de água e espessura da massa de sementes e da capacidade de transferência de água das sementes para o ar.

A frente de secagem desenvolveu-se do tubo central perfurado para a periferia do secador, refletindo os efeitos da variação da temperatura na massa de sementes. Em nenhuma das secagens, a temperatura da massa de sementes atingiu 43°C, considerada por Brooker et al., (1974) como máximas, acima das quais, podem ser ocasionados danos físicos e químicos irreversíveis às sementes.

Os dados de temperatura da massa permitiram verificar que à medida que foi aumentada a distância do tubo central de insuflação de ar, diminuía a temperatura das sementes. As secagens 1 e 2, que foram realizadas com temperatura do ar de secagem de 43°C no final da secagem determinando uma umidade relativa mais baixa, apresentou 8°C de diferença entre as sementes localizadas no ponto mais afastado (D₃) e mais perto (D₁) do tubo central. Nas secagens 3 e 4, realizadas com umidade relativa do ar de secagem mais alta (temperatura de secagem mais baixa), este gradiente foi menor, em torno de 2°C.

4.2. Efeitos imediatos sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja

Os resultados obtidos nos testes de germinação, tetrazólio (viabilidade e vigor), envelhecimento acelerado e emergência a campo, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados dos testes de germinação (G%), tetrazólio de viabilidade (TZG%), tetrazólio de vigor (TZV%), envelhecimento acelerado (EA%) e emergência das plântulas em campo, para os efeitos dos fatores de tratamentos de secagem e distância do tubo central perfurado.

Aveliacão	UR	Distâncias em relação ao tubo			bo
Avaliação	ar de — secagem*	D ₁ **	D ₂	D ₃	Média
	AB	82,8	82,3	81,9	82,3 a
G %	BA	84,3	83,2	82,3	83,7 a
_	Média	83,7 A	82,7 A	82,1 A	
	AB	77,6	76,8	76,2	77,2 a
TZG %	BA	78,5	76,2	75,9	76,9 a
	Média	78,1 A	76,5 A	76,1 A	
	AB	75,2	74,4	72,6	74,1 a
TZV %	BA	75,8	74,1	73,7	74,5 a
_	Média	75,5 A	74,3 A	73,2 A	
	AB	67,5	67,5	65,2	66,7 a
E A %	BA	66,7	67,2	65,7	66,5 a
	Média	67,1 A	67,4 A	65,5 A	
	AB	88,3	88,0	86,8	87,7 a
E C %	BA	89,0	88,2	87,5	88,2 a
_	Média	88,6 A	88,1 A	87,2 A	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma coluna e mesma letra maiúscula na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

^{*}AB: Umidade relativa do ar de secagem maior (45%) no inicio e menor (30%) ao final da secagem; BA: Umidade relativa do ar de secagem menor (30%) no inicio e maior (45%) no final da secagem.

^{*}D: Distâncias em relação ao tubo central perfurado, D₁=0,15m; D₂=0,30m e D₃=0,45m.

Com relação aos parâmetros indicativos da qualidade fisiológica das sementes, nas avaliações realizadas ao se encerrar o processo de secagem, não ocorreram diferenças significativas na qualidade das sementes localizadas nas diferentes distâncias do tubo central perfurado, em nenhum dos testes realizados. Resultados semelhantes foram obtidos por Pasin (1991) em soja e Correa (1981) em arroz, indicando a não ocorrência de efeitos imediatos na qualidade fisiológica das sementes quando se utiliza a secagem em secador com distribuição radial do ar.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o presente trabalho, pode-se concluir que:

- a) a taxa média de secagem de sementes de soja, em silo secador com distribuição radial do ar, com fluxo do ar de 30 m³ / minuto / t é próxima a 0,80 pontos percentuais / hora utilizando umidade relativa do ar de 30% no início da secagem e umidade relativa do ar de 45% no final da secagem.
- b) utilizando umidade relativa do ar de secagem de 45% na fase final do processo de secagem, o gradiente de umidade final das sementes torna-se inferior a 2 pontos percentuais em todo o secador.
- c) o acréscimo de 15 pontos percentuais na umidade relativa do ar na fase final da secagem estacionária, reduz a taxa média de secagem em torno de 20%.
- d) a qualidade fisiológica imediata das sementes de soja secas em secador estacionário com distribuição radial do ar, não é afetada negativamente pela variação na UR do ar de secagem.

6. REFERÊNCIAS

ABRASEM. **Estatísticas da produção de sementes.** Disponível em www.abrasem.com.br/estatisticas/index.asp. Acesso em 10 fev. 2005.

AHRENS, D.C.; PESKE, S.T. Flutuações de umidade e qualidade em sementes de soja após a maturação fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.2, p.107-110, 1994.

BAUDET, L. Avanços em tecnologia de pós-colheita. In: PESKE, S.T.; IRIGON, D.; BARROS, A.C.S.A. **Anais do encontro sobre avanços em tecnologia de sementes.** Editora da UFPEL, Pelotas, p. 69-78, 1992.

BAUDET, L.; VILLELA, F.A.; CAVARIANI, C. Princípios de secagem. **SEED News,** Pelotas, n.10, p. 20-27, 1999.

BAUDET, L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. **Sementes:** fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: UFPEL, 2003. p. 366-415.

BOYD, A.H.; MATTHES, R.K.; WELCH, G.B. **Heated air drying of soybean seed.** Mississippi. Mississippi State University, Seed Technology Laboratory, 1974. 17p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/ DNDV/ CLAV, 1992. 365p.

BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKENA, F.W.; HALL, C.W. **Drying cereal grains.** Westport, AVI Publishing ,1974. 265p.

CARDOSO SOBRINHO, J..; SILVA, J.N.; CORRÊA, P.C.; DIAS, D.C.F.S.; Variação das características físicas e fisiológicas das sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) durante a secagem em função de sua localização no secador. **Revista Brasileira de Armazenamento,** Viçosa, v. 24, n. 1, p. 27-37, 1999.

CAVARIANI, C.; SILVA, W.R. da.; MIRANDA, L.C.; NAKAGAWA, J.; BELGIORNO, D.C. Secagem estacionária de sementes de milho com distribuição radial do fluxo de ar. II. Andamento físico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.7-17, 1999.

CORREA, C.F. Secagem de sementes de arroz 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.

EMBRAPA SOJA; EMBRAPA CERRADOS; EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE; FUNDAÇÃO MERIDIONAL; **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2005.** Londrina: Embrapa, 2004. 239p.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. da. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes:** conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. 85p.

GARCIA, D.C.; BARROS, A.C.S.A.; PESKE, S.T.; MENEZES, N.L. de. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p. 603-608, mar-abr, 2004.

LACERDA FILHO, A. F. de.; FERREIRA, A. W.; CAMATA, D. Avaliação de um sistema de secagem de sementes de milho, com pré secagem das sementes nas espigas, repouso e secagem, em silos, com distribuição radial de ar. **Revista Brasileira de Armazenamento,** Viçosa, v. 24, n. 1, p. 39-47, 1999.

LASSERAN, J.C. Princípios gerais de secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.3, n. 3 p. 17-46, 1978.

MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. Sistema de analise estatística para Windons – WinSat, versão 2.11. 2004.

MIRANDA, L.C.; SILVA, W.R. da.; CAVARIANI, C. Secagem de sementes de soja em silo com distribuição radial do fluxo de ar. I. Andamento físico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n. 11, p. 2097-2108, 1999.

PASIN, N.H. Secagem estática de sementes de soja. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.2, n.1, p.33-39, 1991.

PAULA, P.R.T. de. Secagem de sementes de soja em baixas temperaturas e pequenos fluxos de ar. 1992. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1992.

PESKE, S.T.; VILLELA, F.A. Secagem de sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. **Sementes:** fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: UFPEL, 2003. p. 281-320.

RANGEL, M.A.S.; ZIMMER, J.G.; VILLELA, F.A. Secagem estacionária de sementes de arroz com ar ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n. 10, p. 1081-1090, 1997.

ROA, G.; VILLA, L.C. Secagem e armazenamento de grãos e sementes em silos mediante a utilização do ar ambiente com auxilio de coletores solares. Grupo de energia da UNICAMP, 1977. 51p.

SILVA, W.R. Secagem das sementes. In: CICERO, S.M.; MARCOS FILHO, J. **Atualização em produção de sementes.** Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 155-182.

TETER, N. Paddy drying manual. Rome; FAO, 1987. 124p.

TILLMANN, M. A.A.; MELLO, V.D.C. de; ROTA, G.R.M. Análise de sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. **Sementes:** fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: UFPEL, 2003. p.138-223.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Relatório anual de oferta e demanda**. Disponível em: http://www.usdabrazil.org.br>. Acesso em: 15 dez. 2004.

VILLELA, F.A. **Efeitos da secagem intermitente sobre a qualidade de sementes de milho.** 1991. 140f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1991.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

<u>Baixar</u>	livros	de	Adm	inis	tra	ção

Baixar livros de Agronomia

Baixar livros de Arquitetura

Baixar livros de Artes

Baixar livros de Astronomia

Baixar livros de Biologia Geral

Baixar livros de Ciência da Computação

Baixar livros de Ciência da Informação

Baixar livros de Ciência Política

Baixar livros de Ciências da Saúde

Baixar livros de Comunicação

Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE

Baixar livros de Defesa civil

Baixar livros de Direito

Baixar livros de Direitos humanos

Baixar livros de Economia

Baixar livros de Economia Doméstica

Baixar livros de Educação

Baixar livros de Educação - Trânsito

Baixar livros de Educação Física

Baixar livros de Engenharia Aeroespacial

Baixar livros de Farmácia

Baixar livros de Filosofia

Baixar livros de Física

Baixar livros de Geociências

Baixar livros de Geografia

Baixar livros de História

Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura

Baixar livros de Literatura de Cordel

Baixar livros de Literatura Infantil

Baixar livros de Matemática

Baixar livros de Medicina

Baixar livros de Medicina Veterinária

Baixar livros de Meio Ambiente

Baixar livros de Meteorologia

Baixar Monografias e TCC

Baixar livros Multidisciplinar

Baixar livros de Música

Baixar livros de Psicologia

Baixar livros de Química

Baixar livros de Saúde Coletiva

Baixar livros de Serviço Social

Baixar livros de Sociologia

Baixar livros de Teologia

Baixar livros de Trabalho

Baixar livros de Turismo