

## SECAGEM DE SEMENTES DE SOJA EM SECADORES DE FLUXO CONTÍNUO

Drying of soybean seeds in continuous flow dryers.

Carlos Fontana\*

### RESUMO

A secagem de sementes de soja, com ar aquecido, pode ser usada para reduzir o teor de umidade de 20 para 14 por cento (base úmida), sem alterar as características de qualidade, desde que, algumas variáveis sejam controladas durante o processo. Noventa e cinco (95) toneladas de sementes de soja foram secadas em um secador de fluxo contínuo em apenas 18 horas. Os parâmetros qualitativos (germinação e danos mecânicos) das sementes antes e após a secagem foram determinadas. A capacidade e eficiência energética do sistema de secagem foram calculadas.

UNITERMOS: Secagem de Sementes, Secagem Sementes de soja, Qualidade das sementes após a Secagem.

### SUMMARY

The drying of soybean seeds with heated air can be used to reduce the moisture content from 20 to 14 percent (wet basis), without affecting the quality of the seed, simply by controlling the drying variables during the process. Ninety five (95) metric tons of soybean seed were dried in a continuous flow dryer in only 18 hours. The seed quality parameters (germination and mechanical damage) before and after drying were determined. The capacity and energy efficiency of the drying system were calculated.

KEY WORDS: Seed drying, Drying of Soybean Seed, Seed Quality of Dried Seed.

### INTRODUÇÃO

As sementes, por ocasião da colheita, normalmente apresentam teores de umidade acima dos tolerados para a sua boa conservação durante o período de armazenamento. Portanto, a secagem torna-se necessária para reduzir o teor de umidade das sementes. Segundo TOLEDO & FILHO (8) as diversas operações da colheita e do beneficiamento que colocam as sementes em condições de serem comercializadas são imperfeitas pois, fre-

---

\* Professor Adjunto - Bolsista do CNPq. Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Maria - Santa Maria - RS.

quentemente essas sementes são danificadas mecanicamente. A danificação mecânica pode concorrer para o aparecimento de fungos que afetam a germinação e o vigor. De acordo com HALL (3) os grãos de soja com teores de umidade abaixo de 13% são frágeis e muito susceptíveis a danos, especialmente quando os transportadores são operados à capacidades inferiores a máxima e à velocidade acima da normal.

A secagem convencional em silos normalmente resulta na redução da qualidade da soja, através da diminuição na viabilidade e aumento na quantidade de grãos fissurados e rachados (DALPASQUALE et alii, 1). Segundo SABBAAH et alii (5) a redução na qualidade está associada com a secagem excessiva (danos invisíveis às células vivas da semente e destruição da viabilidade) e também com a falta de secagem (atividades microbianas). A inversão na direção do fluxo de ar durante a secagem de sementes de soja, ocorrida nos experimentos de SABBAAH et alii (5), aumentou significativamente a qualidade das sementes, quando comparado com o método tradicional (fluxo de ar sempre na mesma direção). Os novos estudos de SABBAAH et alii (6), usando simulação do processo de secagem de sementes de soja em camada fixa com a inversão do fluxo de ar concluem que: a) o método que usa a inversão do fluxo de ar resulta numa distribuição mais uniforme do teor de umidade; b) o uso de temperatura de secagem mais baixas e umidades mais altas resulta em melhorias significantes na uniformidade do teor de umidade; c) o método é mais apropriado quando o teor inicial de umidade das sementes não é tão elevado, e d) o requerimento energético é mais alto, mas estes aumentos podem ser compensados com as melhorias na qualidade.

A secagem de soja em secadores de fluxo contínuo à altas temperaturas usando secadores de fluxos concorrentes ou cruzados é uma prática viável (DALPASQUALE et alii, 1). FONTANA (2), estudando a secagem de arroz em secadores de fluxo concorrente, verificou que mesmo usando temperaturas do ar de secagem de 140°C não houve alteração na germinação. No secador de fluxos concorrentes a temperatura dos grãos atingiu um máximo de 50°C por um período muito curto de tempo e diminuiu para 40°C após 15 minutos de secagem.

A perda de viabilidade das sementes durante a secagem com ar aquecido foi estudada por NELLIST (4). Os fatores que afetam a viabilidade das sementes são: a) qualidade inicial; b) temperatura do grão; c) teor de umidade do grão, e d) tempo de exposição. Segundo NELLIST (4) as condições dentro de um secador são muito complicadas, pois a temperatura, umidade e exposição estão todos variando simultaneamente durante

a secagem e seus efeitos interativos sobre a viabilidade das sementes são complexos. A uniformidade de secagem segundo SABBAAH et alii (5) e FONTANA (2) afeta a qualidade das sementes após a secagem. A umidade relativa do ar de secagem tem influência direta na quantidade de fissuras das sementes de soja.

O processo de absorção e desorção de umidade pelas sementes de soja antes da colheita provoca quedas drásticas no poder germinativo e vigor. A secagem mecânica com ar aquecido, apresentada neste trabalho, pode ser usada para a redução do teor de umidade das sementes, com as seguintes vantagens: a) antecipação da colheita, reduzindo as perdas de campo e aumentando o tempo disponível para o preparo do solo e plantio (no sistema de duplo cultivo anual); b) diminuição dos riscos das perdas de qualidade, pela ocorrência de chuvas quando o teor de umidade dos grãos estiver abaixo de 15%, e c) redução na velocidade de deterioração das sementes durante o armazenamento, pela minimização dos danos mecânicos durante a colheita e manuseio.

O presente trabalho tem como objetivo conduzir testes na secagem de sementes de soja, visando melhorias na qualidade final das sementes e determinação da capacidade e eficiência energética de um secador de fluxo contínuo. Os seguintes objetivos específicos são propostos:

- a) determinar a capacidade de secagem (ton/h);
- b) determinar a eficiência energética do sistema de secagem (KJ/kg de água evaporada); de acordo com SOARES et alii (7);
- c) determinar a qualidade das sementes (germinação e dados mecânicos) antes e após a secagem; e,
- d) investigar o efeito do teor inicial de umidade na qualidade das sementes e performance do secador.

#### MATERIAL E MÉTODOS

Três testes, durante a secagem de sementes de soja (variedade BR-1), foram conduzidos nas instalações da Unidade de Beneficiamento de Sementes de uma Cooperativa. Um secador de fluxo contínuo tipo cascata, modelo KW-25, fabricado por Kepler-Weber S.A., Panambi - RS, foi utilizado para os testes. As dimensões do corpo do secador (câmara de secagem e resfriamento) são aproximadamente as seguintes: altura 10,2 m; largura 3,9 m e espessura 1,5 m. O comprimento da zona de resfriamento é de 3,0 m. Um exaustor centrífugo (com um motor de 22,3 KW) succiona o ar de secagem e resfriamento dos grãos. Uma fornalha fornece o calor a ser adicionado ao ar de secagem, pela combustão da lenha. Dispositivos

minação da velocidade do ar em m/s e pressão estática em mm H<sub>2</sub>O.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta as condições ambientais, temperatura (ar e sementes) e umidade do ar durante a secagem de sementes de soja. A temperatura média do ar durante os testes foi de 22°C e a umidade relativa foi de 83%. A temperatura média do ar de secagem (no plenum do secador) foi de 40°C e a temperatura do ar de exaustão foi de 28°C. A umidade relativa do ar de exaustão foi de 73%. A temperatura das sementes antes, durante e após a secagem foi de 25, 27 e 23°C, respectivamente. Os valores de cada teste apresentados na Tabela 1 representam a média de valores coletados a cada meia hora. Por exemplo, um teste com duração de 5,5 horas teve onze valores na determinação da média. Após atingir o estado de equilíbrio poucas variações ocorreram com a temperatura do ar e das sementes e umidade relativa de exaustão, daí apresentarmos somente a média.

A Tabela 2 mostra a performance do secador durante a secagem mecânica de sementes de soja. O teor de umidade no início e no final da secagem foi de 18,4 e 14,3% (base úmida), respectivamente. Em 17,7 horas de secagem 95.350 kg de sementes foram secadas, dando uma capacidade média de 5.387 kg por hora. Para diminuir o teor de umidade de 18,4 para 14,3%, 632 kg de lenha foram consumidos; dando uma eficiência energética de 5.029 KJ/kg de água evaporada. A germinação das sementes diminuiu em apenas 2% durante o processo de secagem (de 89 para 87%). Os danos mecânicos aumentaram de 3,1% para 5,7%; um aumento de 2,6%. O aumento de aproximadamente 3% nos danos mecânicos causou uma diminuição de 2% na germinação. Os valores para germinação e danos mecânicos apresentados na Tabela 2 representam a média dos valores apresentados nas Tabelas 3 e 4.

A Tabela 3 apresenta os resultados do teste de germinação e danos mecânicos feitos no laboratório de análise de sementes da Cooperativa. A germinação permaneceu praticamente inalterada. Houve uma diminuição de apenas 1% (de 88 para 87%). O percentual de sementes trincadas aumentou de 1,0 para 2,9 e o percentual de sementes com o tegumento trincado aumentou de 0,7 para 0,9. O percentual de sementes partidas (metades e menor ou maior que metades) permaneceu praticamente constante em 2,0.

A Tabela 4 apresenta os resultados dos testes de qualidade feitos no laboratório de análise de sementes da Universidade Federal de Santa

TABELA 1. Condições ambientes, temperatura (ar e sementes) e umidade do ar durante a secagem de sementes de soja.

Nº do teste	Condições ambientes médias		Temperatura média do ar		Umidade relativa média do ar de exaustão (%)		Temperatura média das sementes (°C)	
	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Secagem (°C)	Exaustão (°C)	Inicial	Final	Inicial	Final
1	23	80	40	28	75	30	28	25
2	22	85	41	27	72	25	27	23
3	20	85	40	28	72	20	27	20

TABELA 2. Performance do secador durante a secagem mecânica de sementes de soja.

Nº do teste	Teor médio de umidade (% base úmida)		Peso das sementes úmidas (kg)	Tempo de secagem (horas)	Capacidade de secagem (kg sementes úmidas/horas)	Consumo de lenha (kg)	Eficiência energética* (KJ/kg H <sub>2</sub> O)	Germinação (%)		Danos mecânicos** (%)	
	Inicial	Final						Inicial	Final	Inicial	Final
1	20,1	15,0	31.420	7,2	4.364	673	3.749	89	88	3,1	5,3
2	18,2	13,4	32.890	5,5	5.980	625	3.598	89	86	3,3	6,2
3	16,9	14,6	31.040	5,0	6.208	597	7.739	89	87	3,0	5,1

\* Baseada somente no consumo de lenha (10.500 KJ/kg de lenha; SOARES et alii, 7).

\*\* Soma dos três tipos de danos [sementes trincadas, sementes somente com tegumento trincado e sementes partidas (metade e menor ou maior que metades)].

TABELA 3. Resultados dos testes de qualidade feitos no Laboratório de Análise de Sementes da Cooperativa com as sementes de soja secadas mecanicamente.

Nº do teste	Danos mecânicos (%)							
	Germinação (%)		Sementes trincadas		Sementes somente com tegumento trincado		Sementes partidas, metades, menor ou maior que metades	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
1	87	87	1,1	3,6	0,6	1,0	2,0	1,9
2	89	87	0,8	3,3	0,5	1,0	1,8	1,8
3	88	88	1,0	1,7	0,9	0,7	1,8	2,3

TABELA 4. Resultados dos testes de qualidade feitos no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal de Santa Maria com as sementes de soja secadas mecanicamente.

Nº do teste	Germinação (%)						Danos mecânicos (%)					
	Sementes germinadas		Sementes anormais		Sementes mortas		Sementes trincadas		Sementes somente com tegumento trincado		Sementes partidas, metades, maior ou menor que metades	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
1	92	90	7	9	1	1	0,6	1,8	0,9	2,2	1,0	1,4
2	90	86	8	12	2	2	0,6	1,7	1,1	2,8	1,7	1,8
3	91	86	7	11	2	3	0,6	2,1	0,3	1,4	1,5	2,0

Maria. Os resultados são semelhantes aos da Tabela 3. É interessante notar que não houve diferença entre o percentual de sementes mortas antes e após a secagem. A diferença de 4% na germinação (91 menos 87%) é a mesma ocorrida na porcentagem de plântulas anormais (11 menos 7%).

A capacidade do sistema de secagem de sementes de soja foi de 5.387 kg por hora com uma eficiência energética de 5.029 KJ/kg de água evaporada, quando o teor de umidade foi reduzido de 18,4 para 14,3% (base úmida). A germinação das sementes não foi alterada durante a secagem. Houve apenas um pequeno acréscimo nos danos mecânicos. Os danos mecânicos provavelmente tenham sido provenientes do transporte das sementes, pois segundo HALL (3) os elevadores de caneca, quando operados a altas velocidades da correia e baixas capacidades causam maiores danos às sementes de soja.

O teor inicial de umidade das sementes de soja não teve influência na qualidade das sementes durante a secagem. Isto se deve a baixa temperatura das sementes (27°C) durante a secagem; a medida que a temperatura é aumentada provavelmente aumentará o efeito do teor inicial de umidade sobre a germinação. Podemos verificar na Tabela 2 (teste número 3) que o baixo teor inicial de umidade (16,9%) resulta em maior quantidade de energia para evaporar a água das sementes (7.739 KJ/kg).

Um aumento substancial na quantidade de sementes obtidas a partir do produto proveniente do campo, pode ser conseguido com a adoção da prática de secagem. Normalmente, 70 kg de sementes são obtidos a partir de 100 kg de produto entregue em uma Unidade de Beneficiamento de Sementes. Com a colheita antecipada (sementes com um teor de umidade de 18 a 20%, base úmida) e emprego da secagem mecânica com ar aquecido, a eficiência pode ser facilmente aumentada de 70 para 75 a 80%. Os ganhos no aumento da eficiência e certeza na obtenção de sementes de alta qualidade facilmente ultrapassarão os custos de instalação e operação de um sistema de secagem de sementes.

Cada sistema de secagem deve ser estudado detalhadamente, pois o sucesso na obtenção de sementes de alta qualidade depende da eficiência no controle das variáveis de secagem, tais como: temperatura das sementes, teor de umidade, tempo de exposição, umidade relativa do ar de secagem e uniformidade de secagem.

#### CONCLUSÕES

1) Aproximadamente 100 toneladas de sementes de soja foram secadas de 18,4 para 14,3% de umidade (base úmida) em apenas 18 horas em um