

**EFEITOS DA SECAGEM INTERMITENTE SOBRE A  
QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO**

FRANCISCO AMARAL VILLELA<sup>1</sup>  
WALTER RODRIGUES DA SILVA<sup>2</sup>

**RESUMO:** Objetivando avaliar os efeitos de diferentes temperaturas do ar, na secagem intermitente sobre a qualidade de sementes de milho, do híbrido duplo AG-162, o presente trabalho foi dividido em três estudos, denominados 1, 2 e 3. Cada estudo envolveu três métodos de secagem: secagem natural, secagem artificial-natural e secagem artificial. Nas secagens artificial-natural e artificial dos três estudos foram utilizadas, respectivamente, as temperaturas do ar de 70, 80 e 90°C, durante o processo denominado artificial, (secagem intermitente). As sementes, após a secagem, foram armazenadas por seis meses e seu comportamento avaliado em quatro épocas (0, 60, 120 e 180 dias), através da determinação do teor de água e dos testes de germinação, envelhecimento rápido, e frio sem solo e em duas épocas (0 e 180 dias), por meio do exame de sementes infestadas e dos testes de sanidade e de emergência em campo. A reunião das informações obtidas no presente trabalho, considerando temperaturas de ar de secagem de 70, 80 e 90°C e reduções do teor de água de 16,5% para 13%, permite as seguintes conclusões: a) a secagem intermitente não causa efeitos prejudiciais à qualidade fisiológica de sementes de milho. b) a incidência de *Penicillium* spp em sementes de

<sup>1</sup> Departamento de Física da Universidade Federal de Pelotas - 96100 - PELOTAS-RS.

<sup>2</sup> Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ USP - 13400-PIRACICABA-SP.

milho pode ser reduzida pelo emprego da secagem intermitente.

Termos para Indexação: secagem, qualidade de sementes, milho.

#### EFFECT OF INTERMITTENT DRYING ON THE QUALITY OF CORN SEED

**ABSTRACT**: The objective of this work was the evaluation of different air temperatures in intermittent drying on the quality of corn seeds, double hybrid AG-162, during the drying process. The study was carried out in three parts named 1, 2 and 3. Each part was made up of three drying methods: natural drying, artificial-natural drying and artificial drying. In the artificial-natural drying and in the artificial drying, air temperatures of 70, 80 and 90°C were used, respectively, during the process named artificial (intermittent drying). After the drying process, the seeds were stored during six months and evaluation was carried out four times every two months, by determination of moisture content, germination, accelerated aging and cold without soil. In the first and fourth periods, seed infestation, seed health and field emergence tests were put into effect. The analysis and the interpretation of the results, considering the drying process at temperature 70, 80 and 90°C and moisture content reducing from 16,5% to 13,0%, permitted the following conclusions: a) the intermittent drying did not cause prejudicial effects on the physiological quality of corn seeds; b) the *Penicillium* spp. incidence on corn seeds may be reduced by means of intermittent drying.

Index terms: drying, seeds quality, corn.

## INTRODUÇÃO

Nas empresas produtoras de sementes de milho, uma das práticas utilizadas tem sido a colheita das espigas, quando as sementes atingem teores de água entre 25 e 35%. Após uma seleção manual, as espigas são secadas em depósitos, com sistema de distribuição de ar quente forçado, necessitando, algumas vezes, 48 a 72 horas, para que as sementes alcancem o teor de água de 13%. Essa prática tem apresentado alguns inconvenientes tais como, o consumo adicional de energia para a secagem do sabugo e o elevado tamanho das instalações de secagem.

Uma alternativa que vem sendo empregada, nas regiões onde, na época de colheita de sementes de milho, são baixas a umidade relativa do ar e a precipitação pluvial, é a realização da colheita e debulha das sementes com teores de água entre 18 e 20%, seguidas de secagem pelo método intermitente, até níveis seguros à conservação do material durante o período de armazenamento.

Durante a secagem, as sementes sofrem, simultaneamente, diversas mudanças físicas, causadas por gradientes de temperatura e umidade que ocasionam estresses hídricos e térmicos, expansão, contração e alterações irreversíveis na densidade e porosidade (FORTES & OKOS, 1980).

Os danos térmicos no processo de secagem de sementes de milho estão relacionados a alguns fatores, entre eles, genótipo, teor de água das sementes, temperatura de secagem, tempo de exposição e velocidade de secagem (BURRIS & NAVRATIL, 1980; NAVRATIL & BURRIS, 1984; HERTER & BURRIS, 1989).

A utilização de altas temperaturas durante a secagem pode causar redução na porcentagem e velocidade de germinação, fissuras internas e/ou superficiais, plântulas anormais e, inclusive, a morte das sementes (NELLIST & HUGUES, 1973).

A ocorrência de fissuras na cobertura protetora de sementes pode ocasionar a redução da capacidade de regulação de trocas hídricas e gasosas, o aumento da suscetibilidade à penetração de microrganismos e insetos e a elevação da sensibilidade aos efeitos fitotóxicos de fungicidas e inseticidas (MOORE, 1974; SOAVE & MORAES, 1987; CARVALHO & NAKAGAWA, 1988).

Elevadas temperaturas, muitas vezes, não causam redução imediata no poder germinativo, mas podem motivar reduções no vigor que, frequentemente, se manifestam durante o período de armazenamento ou na emergência das plântulas sob condições adversas de ambiente (POPINIGIS, 1985).

Na avaliação da qualidade de sementes de milho e de seu desempenho, sob condições de estresse, os testes de frio tem sido utilizados com frequência. Em estudos de secagem, da mesma forma, tem sido empregados para avaliar as reduções na qualidade de sementes, associadas à secagem em altas temperaturas, tendo sido encontrada alta correlação entre dano térmico e a sensibilidade ao frio (LOEFFLER et alii, 1985). Há evidências de que a secagem em alta temperatura pode alterar a configuração básica das membranas celulares e, desse modo, reduzir a tolerância ao frio (BURRIS & NAVRATIL, 1980).

No processo de secagem, a temperatura alcançada pela semente e o tempo de exposição a essa temperatura são os principais fatores que, potencialmente, podem afetar a qualidade das sementes. Dependendo do método de secagem, é possível utilizar altas temperaturas do ar, desde que a temperatura da massa de sementes seja mantida dentro de limites seguros.

Na secagem de sementes de três linhagens de milho em espiga, em secador estacionário, empregando temperaturas do ar de secagem de 35, 40, 45 e 50°C, NAVRATIL & BURRIS (1984), verificaram que apenas as temperaturas de 45 e 50°C afetaram de forma adversa a germinação e o vigor das sementes, sendo o desenvolvimento

radicular das plântulas mais suscetível a danos térmicos, do que o desenvolvimento da parte aérea.

Ao secar sementes de arroz com teor de água inicial de 19,0 e 20,8%, em secador intermitente utilizando temperaturas do ar de 60, 70, 80 e 90°C, ROSA (1966) constatou que as temperaturas de 80 e 90°C causaram reduções acentuadas na germinação imediatamente após a secagem e que as temperaturas de 60 e 70°C não ocasionaram efeitos imediatos e latentes sobre a sua qualidade fisiológica. Verificou também que a temperatura da massa de sementes atingiu no máximo 42,2°C, utilizando ar aquecido a 70°C, o que sugere a possibilidade de utilização desta temperatura sem prejudicar a sua qualidade fisiológica. Estes resultados foram corroborados por LUZ (1986), que, ao secar sementes de arroz em secador intermitente, utilizando temperaturas do ar de secagem de 70°C e variando o fluxo de ar, o teor de água inicial das sementes e o tempo de exposição ao ar aquecido, não observou reduções significativas na germinação e no vigor.

Na secagem de sementes de milho em secador intermitente, as temperaturas do ar, normalmente não excedem 70°C. Com o propósito de reduzir o tempo de secagem e, desta forma, aumentar a capacidade operacional dos equipamentos, existe a possibilidade de elevação de temperatura do ar de secagem, em secador intermitente.

Baseado nessas considerações, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes temperaturas do ar, na secagem intermitente, sobre a qualidade de sementes de milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na Unidade de Beneficiamento da empresa Sementes Agroceres S.A., em Santa Cruz das Palmeiras/SP e nos Laboratórios de Análise de Sementes e de Patologia de Sementes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba-SP.

Foram utilizados três lotes A, B e C de sementes de milho, do híbrido duplo AG-162, com teores de água iniciais de 16,5, 15,8 e 15,9%, respectivamente, e um secador intermitente da marca D'Andrea, modelo D-200, com capacidade estática de 36 m<sup>3</sup> e relação aproximada de intermitência de 1:1,6.

Três Estudos, denominados 1, 2 e 3, foram realizados, utilizando respectivamente os lotes A, B e C.

O Estudo 1 envolveu os seguintes métodos de secagem:

a) secagem natural (tratamento SN): sementes secadas ao sol, durante 16 h, em camadas de espessura aproximada de 10 cm e submetidas à movimentação frequente;

b) secagem artificial-natural (tratamento SAN): sementes submetidas a secagem intermitente, empregando-as à temperatura de 70°C, até apresentarem o teor de água de 15% e, em seguida, secadas ao sol durante 12 h.

c) secagem artificial (tratamento SA): sementes submetidas a secagem intermitente, empregando ar à temperatura de 70°C.

Os estudos 2 e 3 foram conduzidos similarmente ao Estudo 1, com exceção das temperaturas do ar empregadas na secagem intermitente, nos tratamentos SAN e SA, que foram, respectivamente, de 80 a 90°C.

Quatro amostras de sementes de peso igual a 5 kg foram coletadas em cada um dos tratamentos de secagem. Após a secagem, cada amostra foi acondicionada em embalagem de papel multifoliado e colocada em condições não controladas de ambiente, permanecendo armazenada por um período de seis meses.

A coleta de amostras para a avaliação da qualidade das sementes foi realizada em quatro épocas bimestrais, denominadas  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  e  $E_4$ .

Para avaliar os lotes qualitativamente foram realizadas as seguintes determinações:

a) Determinação do teor de água - realizado pelo método da estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ , durante 24 horas, conforme prescrição, para a determinação do teor de umidade, das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, Ministério da Agricultura, 1980).

b) Teste de germinação - conduzido de acordo com as prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, Ministério da Agricultura, 1980), com exceção do número de sementes, que foi de 200 sementes dividido em quatro repetições iguais.

c) Teste de envelhecimento rápido - executado conforme metodologia descrita por MARCOS FILHO et alii (1987), consistiu na utilização de caixas gerbox mantidas em estufa incubadora, regulada à temperatura de  $42^\circ\text{C}$ , por um período de 96 horas. Em seguida, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito no item b, e a interpretação executada após 4 dias de permanência no germinador.

d) Teste de frio sem solo - conduzido com 4 repetições de 50 sementes por amostra, semeadas em rolos de papel toalha. Os rolos foram colocados em caixas plásticas em câmara regulada a  $13^\circ\text{C}$ , por um período de 168 h. Em seguida,

os rolos foram mantidos a 30°C em germinador, sendo a interpretação realizada após 4 dias.

e) Exame de sementes infestadas - realizado conforme as prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, Ministério da Agricultura, 1980).

f) Teste de sanidade - conduzido com quatro repetições de 50 sementes por amostra, utilizando o método de papelk filtro com congelamento, conforme o descrito por MENTEN (1988).

g) Emergência em campo - realizada com 200 sementes, distribuídas em quatro repetições. Cada repetição, constituída, por uma linha de 5 m, recebeu a colocação de 50 sementes. O espaçamento entre as linhas foi de 0,30 m. A interpretação foi efetuada 14 dias após a semeadura.

Os testes de germinação, envelhecimento rápido, frio sem solo e determinação do teor de água foram conduzidos nas quatro épocas e dos dados foram analisados segundo um esquema de parcelas subdivididas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. O exame de sementes infestadas e os testes de sanidade e de emergência em campo foram realizados na primeira e quarta eocas e os dados foram analisados conforme um esquema fatorial 3 x 2, em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos dos métodos de secagem, das épocas e da interação entre estes fatores não foram significativos no teste de frio sem solo, nos três Estudos; fato igualmente verificado, na incidência de *Aspergillus* spp, no



Estudo 1, e no teste de germinação e no exame de sementes infestadas, no Estudo 2.

### Estudo 1

O teor de água das sementes não diferiu entre os três tratamentos de secagem, nas épocas  $E_1$ ,  $E_2$  e  $E_4$  (Tabela 1). Entretanto, na época  $E_3$  o teor de água das sementes do método SA foi superior aos dos métodos SN e SAN. No decorrer do período de armazenamento, o teor de água das sementes, nos três tratamentos de secagem, sofreu variações inferiores a 1%.

As comparações de médias dos dados de germinação e envelhecimento rápido (Tabela 1), não mostraram diferenças significativas entre os métodos de secagem, nas quatro épocas de avaliação. Pode ser verificado, entretanto, que no decorrer do período de armazenamento, houve redução na porcentagem de germinação, na época  $E_3$ , sendo que a variação máxima alcançou 1,8%. O vigor das sementes avaliado pelo teste de envelhecimento rápido foi superior na primeira relação às demais épocas, reduzindo na média de 83,9% para 75,1% entre a primeira e a quarta época, ou seja, uma diminuição de 8,8%.

A incidência de *Penicillium* spp foi maior nas sementes submetidas ao tratamento SAN em relação aos tratamentos SN e SA, na primeira época (Tabela 2). Por outro lado, na quarta época, as sementes do tratamento SA apresentaram menor incidência deste fungo em relação aos tratamentos SN e SAN, sendo que neste período, sua porcentagem de ocorrência aumentou, apenas, no tratamento SN. A menor incidência deste patógeno, nas sementes secadas artificialmente, pode ser resultante da ação do ar aquecido que, talvez tenha propiciado um tratamento físico (termoterapia) às sementes, embora existam indicações da baixa eficiência do método, conforme o relato de SOAVE & MORAES (1987).

Tabela 1 - Estudo 1: Comparação de médias dos dados de teor de água, germinação e envelhecimento rápido, nas épocas E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub> e E<sub>4</sub>, para os efeitos de tratamentos de secagem.

Deter- minações	Tratamentos de Secagem	Épocas				Médias
		E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	
Teor de água (%)	SN	11,5aB	12,3aA	11,3bB	11,5aB	11,8a
	SAN	11,6aB	12,2aA	11,6bB	11,4aB	11,7a
	SA	11,5aB	12,3aA	12,1aA	11,3aC	11,7a
	Médias	11,6B	12,3A	11,6B	11,4C	
Germinação (%)	SN	95,1aA	96,8aA	94,2aB	95,1aAB	95,3a
	SAN	95,7aA	96,6aA	94,4aB	95,2aAB	95,4a
	SA	95,9aA	97,0aA	96,0aB	95,5aAB	96,1a
	Médias	96,6AB	96,8A	95,0B	95,3AB	
Envelheci- mento rápi- do (%)	SN	83,4aA	73,0aB	73,3aB	76,1aB	76,4a
	SAN	83,4aA	72,3aB	74,0aB	77,0aB	76,8a
	SA	84,9aA	73,3aB	71,2aB	72,0aB	75,5a
	Médias	83,9A	72,9B	72,7B	75,1B	

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

Tabela 2 - Estudo 1: Comparação de médias de incidência de *Penicillium* spp. e dos dados de emergência em campo e sementes infestadas nas épocas E<sub>1</sub> e E<sub>4</sub> para os efeitos de tratamentos de secagem.

Determinações	Tratamentos de Secagem	Épocas		Médias
		E <sub>1</sub>	E <sub>4</sub>	
<i>Penicillium</i> spp. (%)	SN	80,3bB	97,3aA	88,7a
	SAN	92,2aA	95,8aA	94,1a
	SA	75,1bA	76,5bA	75,8b
	Médias	82,4B	90,7A	
Emergência em campo (%)	SN	94,2aA	86,3ab	90,2a
	SAN	94,4aA	84,2aB	89,5a
	SA	94,0aA	84,4aB	89,7a
	Médias	94,2A	85,3B	
Sementes infestadas (%)	SN	0,8aB	3,9aA	2,4a
	SAN	1,1aB	6,2aA	3,2a
	SA	0,7aB	5,6aA	2,7a
	Médias	0,9B	5,2A	

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

A média da porcentagem de emergência em campo decresceu de 94,2%, na época E<sub>1</sub>, para 85,3%, na época E<sub>4</sub>, enquanto o nível de infestação por insetos aumentou de 0,9% para 5,2% (Tabela 2).

Durante o período de armazenamento, a umidade relativa do ar variou entre 60 e 70% e a temperatura ambiental média manteve-se abaixo de 20°C (Figura 1); estas condições podem ser consideradas adequadas para a preservação da qualidade fisiológica de sementes de milho com teores de água entre 11,3 e 12,3% por 6 e 9 meses, em regiões tropicais e subtropicais.

Embora as condições ambientais de armazenamento tenham sido, a priori, adequadas, verificou-se que o vigor das sementes, avaliado pelo teste de envelhecimento rápido (Tabela 1) e a emergência em campo (Tabela 2), teve incidência decrescente no decorrer do período de armazenamento. Este fato, aparentemente normal, pode ter sido agravado pelos efeitos das danificações mecânicas, ocorridas na colheita e pela ação de insetos, cujo nível de infestação aumentou de forma considerável, durante o armazenamento, concordando com as informações de POPINIGIS (1985) e CARVALHO & NAKAGAWA (1988).

Em linhas gerais, os resultados do Estudo 1 permitem constatar que os métodos de secagem não influenciaram a qualidade fisiológica das sementes. Por outro lado, a secagem artificial (secagem intermitente), pode determinar uma redução na incidência de *Penicillium* spp.

## Estudo 2

O teor de água das sementes, submetidas à secagem natural, aumentou 0,5% nos primeiros dois meses de armazenamento e, a partir daí, apresentou um decréscimo de 1,6%, até o final de seis meses. AS sementes submetidas às

secagens artificial-natural (SAN) e artificial (SA) apresentaram tendências semelhantes, havendo redução no teor de água a partir de 120 dias de armazenamento. No final do período de armazenamento, as sementes, submetidas aos três métodos de secagem, atingiram os mais baixos teores de água (Tabela 3).

O vigor das sementes, avaliado pelo teste de envelhecimento rápido, no tratamento SA foi superior ao tratamento SN, nas quatro épocas, enquanto os tratamentos SA e SAN não diferiram entre si (Tabela 3). Por outro lado, é possível detectar reduções de vigor, nos três tratamentos a partir de 120 dias de armazenamento.

A incidência de *Penicillium* spp., foi menor nas sementes submetidas aos tratamentos SAN e SA em relação ao tratamento SN, nas duas épocas, sendo que as sementes que sofreram apenas secagem artificial, apresentaram uma diminuição de 9,8% na incidência deste fungo, no decorrer do período de armazenamento (Tabela 4).

Em cada época de avaliação foram detectadas incidências similares de *Aspergillus* spp., nos três tratamentos (Tabela 4), havendo porém, uma menor detecção média na época E<sub>1</sub> (9,4%), em relação à época E<sub>4</sub> (15,1%).

Embora a incidência de *Penicillium* spp. nas duas épocas de avaliação, tenha sido elevada, não foram observadas reduções na viabilidade das sementes, provavelmente, porque as condições ambientais de armazenamento não foram favoráveis à elevação da incidência deste patógeno, corroborando as afirmações feitas por POPINIGIS (1985) e MENTEN (1988).

AS comparações de médias de emergência em campo (Tabela 4) indicaram similaridade entre os tratamentos SN e SAN, nas duas épocas de avaliação, embora tenham apresentado um desempenho inferior ao tratamento SA. Convém ressaltar, entretanto, que houve um efetivo

Tabela 3 - Estudo 2: Comparação de médias dos dados de teor de água, e envelhecimento rápido, nas épocas E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub> e E<sub>4</sub>, para os efeitos de tratamentos de secagem.

Deter- minações	Tratamentos de Secagem	Épocas				Médias
		E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	
Teor de água (%)	SN	11,7aB	12,2aA	11,7bB	10,6bC	11,5a
	SAN	11,7aA	12,0bA	12,0aA	10,9aB	11,6a
	SA	11,8aB	11,8bA	11,8bA	11,1aB	11,6a
	Médias	11,7A	12,0A	11,8A	10,9A	
Envelheci- mento rápi- do (%)	SN	84,5bA	86,2bA	83,4bB	82,6bB	84,2b
	SAN	86,3abA	91,6aA	84,1abA	83,8abB	85,9ab
	SA	90,7aA	91,3aA	86,0aB	85,9aB	88,9a
	Médias	87,2A	90,1A	84,3B	84,1B	

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

Tabela 4 - Estudo 2: Comparação de médias de incidência de *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. e dos dados de emergência em campo, épocas E<sub>1</sub> e E<sub>4</sub>, para os efeitos de tratamentos de secagem.

Determinações	Tratamentos de Secagem	Épocas		Médias
		E <sub>1</sub>	E <sub>4</sub>	
<i>Penicillium</i> spp. (%)	SN	94,8aB	98,8aA	97,1a
	SAN	79,8bA	74,1bA	77,4b
	SA	82,4bA	72,6bB	77,6b
	Médias	86,1A	83,5A	
<i>Aspergillus</i> spp (%)	SN	11,2aB	16,5aA	13,7a
	SAN	8,1aB	16,4aA	11,9a
	SA	9,0aB	12,6aA	10,7a
	Médias	9,4B	15,1A	
Emergência em campo (%)	SN	95,1bA	86,9bB	91,4b
	SAN	95,5bA	85,6bB	91,2b
	SA	97,2aA	90,0aB	94,2a
	Médias	96,0A	87,6B	

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

declínio na porcentagem de emergência das plantas em campo aos 180 dias de armazenamento.

Nas Tabelas 3 e 4 é possível verificar que a indicação constante do teste de envelhecimento rápido, de que o tratamento SA foi superior a SN, confirmou-se nas épocas  $E_1$  e  $E_4$ , no teste de emergência em campo, assim como um comportamento superior das sementes, dos três tratamentos de secagem, na época  $E_1$ , em relação à  $E_4$ .

As informações obtidas no Estudo 2, de uma maneira abrangente, permitem verificar que a qualidade fisiológica das sementes não difere entre os métodos de secagem estudados, não obstante, as sementes secadas artificialmente tenham apresentado maior desempenho nos testes de envelhecimento rápido e emergência em campo. Por outro lado, a incidência de *Penicillium* spp. é menor nas sementes submetidas às secagens artificial-natural e artificial em relação à secagem natural.

### Estudo 3

Em cada época de avaliação, os teores de água das sementes dos tratamentos SN e SAN apresentaram o mesmo comportamento, embora estatisticamente inferiores aos alcançados no tratamento SA (Tabela 5). No decorrer do período de armazenamento, as sementes experimentaram variações no teor de água, influenciadas pelas condições ambientais de temperatura e umidade relativa do ar (FIGURA 1).

O maior teor de água, alcançado pelas sementes que sofreram, unicamente, secagem artificial à temperatura do ar de 90°C, talvez possa ser atribuído à menor integridade física do pericarpo, reduzindo sua capacidade de regulação das trocas hídricas, conforme o relatado por MOORE (1974) e SOARES & MORAES (1987).

Os dados relativos à porcentagem de germinação (Tabela 5) apresentaram diferenças estatísticas entre os métodos de secagem, nas



Tabela 5 - Estudo 3: Comparação de médias dos dados de teor de água, germinação e envelhecimento rápido, nas épocas E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub> e E<sub>4</sub>, para os efeitos de tratamentos de secagem.

Deter- minações	Tratamentos de Secagem	Épocas				Médias
		E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	
Teor de água (%)	SN	11,4bB	12,4bA	11,4bB	11,2bB	11,6b
	SAN	11,5bB	12,4bA	11,9bB	11,8bB	11,9b
	SA	11,8aB	13,0aA	12,7bA	12,3aB	12,6a
	Médias	11,6B	12,6A	12,0B	11,7B	
Germinação (%)	SN	95,1bA	95,8aA	96,5aA	94,1bA	95,4a
	SAN	96,5aA	96,4aA	93,3bB	96,1aA	95,5a
	SA	95,5abAB	96,4aA	93,8bB	95,8aAB	95,2a
	Médias	95,7A	96,2A	94,4B	95,4AB	
Envelheci- mento rápi- do (%)	SN	89,5bA	87,8bA	88,3aA	84,6bA	87,6b
	SAN	93,6aA	95,8aA	89,5aBC	86,8aC	91,2a
	SA	94,3aA	94,6aA	89,1aB	88,1aB	91,8a
	Médias	92,4A	93,1A	89,0B	86,2B	

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

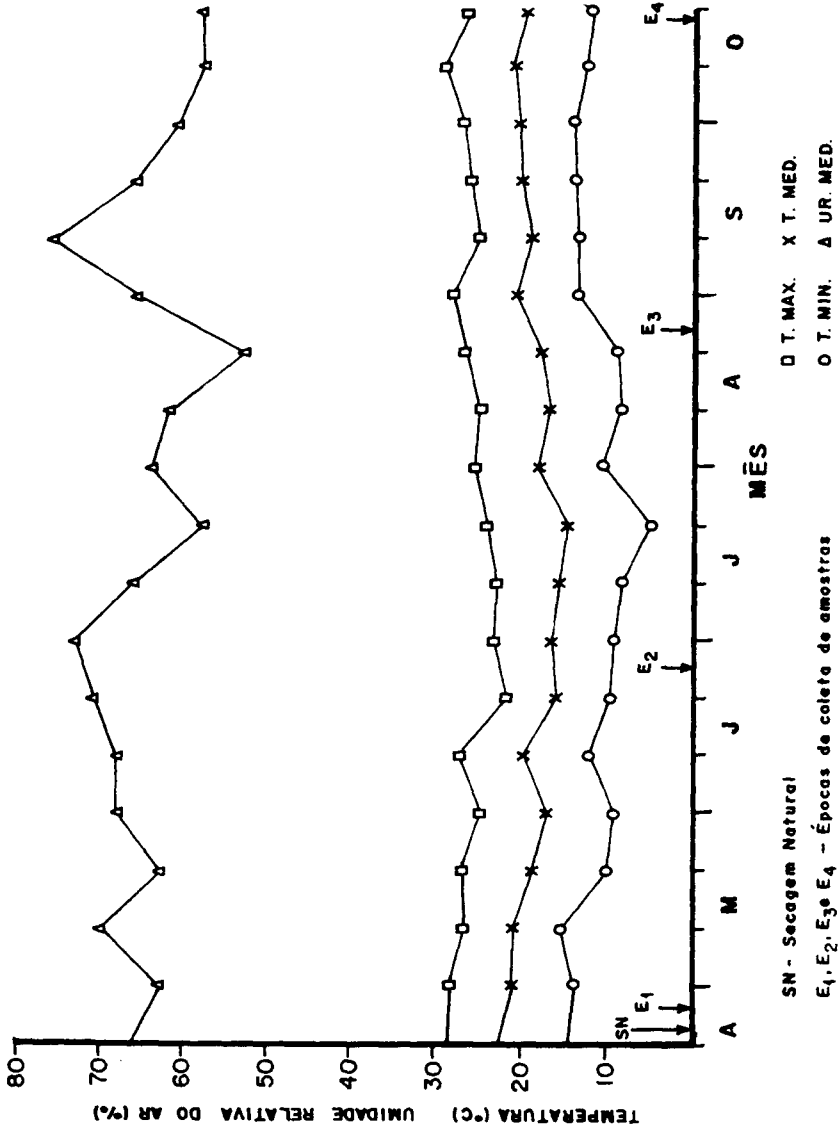


Figura 1 - Temperaturas máximas, médias e mínimas (°C) e umidades relativas do ar médias (%), por decêndios, registradas no período experimental de 20/04/89 a 21/10/89, em Piracicaba-SP

épocas  $E_1$ ,  $E_3$  e  $E_4$ , havendo alternância de superioridade entre os tratamentos, de uma época para outra.

Os resultados, obtidos no teste de envelhecimento rápido (Tabela 5), denotam maior vigor das sementes de tratamentos SAN e SA, em relação às do tratamento SN, nas épocas  $E_1$ ,  $E_2$  e  $E_4$ . Contudo, foram detectadas reduções consideráveis de vigor, nas sementes submetidas às secagens artificial-natural e artificial, após 120 dias de armazenamento.

As sementes, submetidas aos tratamentos SAN e SA, apresentaram, na primeira época, resultados similares quanto à incidência de *Penicillium* spp. e significativamente inferiores ao tratamento SN. Durante o período de armazenamento, a incidência deste fungo, nas sementes submetidas ao tratamento SA, decresceu em 20,7%, alcançando 60,2%, na quarta época; valor este, marcadamente inferior aos obtidos nas sementes sujeitas aos tratamentos SN e SAN (Tabela 6).

Os resultados, obtidos para a incidência de *Penicillium* spp., sugerem que a secagem artificial à temperatura do ar de 90°C, controla o desenvolvimento deste patógeno associado às sementes.

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos de secagem, em cada época de avaliação, com relação à incidência de *Aspergillus* spp (Tabela 6). Contudo, foi detectada uma maior incidência deste patógeno na época  $E_4$ , acompanhando a mesma tendência, verificada no Estudo 2.

Os dados da Tabela 7, permitem constatar um declínio na porcentagem média de emergência das plantas em campo, de 94,6 para 86,3% entre as épocas  $E_1$  e  $E_4$  e uma elevação no nível de infestação por insetos, de 1,5 para 4,2%.

Cabe ressaltar que os insetos de armazenamento podem causar danos às sementes, destacando-se as reduções de peso e de qualidade fisiológica. Os danos no pericarpo da semen-

Tabela 6 - Estudo 3: Comparação de médias de incidência de *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. nas épocas E<sub>1</sub> e E<sub>4</sub> para os efeitos de tratamentos de secagem.

Determinações	Tratamentos de Secagem	Épocas		Médias
		E <sub>1</sub>	E <sub>4</sub>	
<i>Penicillium</i> spp. (%)	SN	97,8aA	95,0aA	96,5a
	SAN	82,6bA	86,9aA	84,8b
	SA	80,9bA	60,2bB	71,1b
	Médias	88,7A	82,8A	
<i>Aspergillus</i> spp (%)	SN	5,6aB	15,2aA	10,0a
	SAN	7,7aB	12,4aA	10,0a
	SA	8,2aB	13,0aA	10,5a
	Médias	7,2B	13,5A	

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

Tabela 7 - Estudo 3: Comparação de médias dos dados de emergência em campo e de sementes infestadas nas épocas E<sub>1</sub> e E<sub>4</sub>, para os efeitos de tratamentos de secagem.

Determinações	Tratamentos de Secagem	Épocas		Médias
		E <sub>1</sub>	E <sub>4</sub>	
Emergência em campo (%)	SN	95,6aA	86,0aB	91,4a
	SAN	94,3aA	88,5aB	91,7a
	SA	94,0aA	84,1aB	89,5a
	Médias	94,6A	86,3B	
Sementes infestadas (%)	SN	0,9aB	3,6aA	2,2a
	SAN	0,9aB	4,4aA	2,4a
	SA	2,0aB	4,8aA	3,5a
	Médias	1,5B	4,2A	

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

te de milho provocam um aumento na velocidade respiratória e uma conseqüente redução de vigor, enquanto o ataque ao endosperma e ao embrião pode comprometer, inclusive a viabilidade (POPINIGIS, 1985; CARVALHO & NAKAGAWA, 1988).

De uma maneira geral, os resultados do Estudo 3 possibilitam constatar que embora as sementes, durante a secagem artificial à temperatura do ar de 90°C, alcancem a temperatura máxima de 41°C, não são observáveis efeitos negativos sobre a qualidade fisiológica. Quanto ao fungo *Penicillium* spp., à semelhança dos Estudos 1 e 2, denota-se uma menor incidência nas sementes submetidas à secagem artificial.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A secagem pode contribuir para a redução da qualidade fisiológica das sementes no armazenamento; contudo esta operação não deve ter contribuído, de forma considerável, para acelerar o processo de deterioração, visto que, a massa de sementes atingiu temperaturas máximas de 35°C, 39°C e 41°C, ao utilizar-se no secador intermitente, respectivamente, ar aquecido à 70°C, 80°C e 90°C. Esta constatação está em consonância com os resultados alcançados por ROSA (1966) e LUZ (1986), na secagem de sementes de arroz, pelo método intermitente, utilizando temperaturas do ar de 70°C, onde verificaram que a massa de sementes atingiu a temperatura máxima de 42,2°C, sem causar efeitos imediatos ou latentes sobre a qualidade fisiológica.

A presença de fungos de armazenamento, principalmente *Penicillium* spp., cuja porcentagem de ocorrência foi elevada nos três lotes, embora não tenha afetado a viabilidade das sementes, pode ter influído no vigor e no desempenho das plântulas em campo, apesar da se-

cagem artificial ter, de certa forma, controlado o desenvolvimento deste patógeno.

Numa análise geral, pode ser verificado que os lotes utilizados nos três estudos apresentaram decréscimos consideráveis na qualidade fisiológica do longo do período de armazenamento; por outro lado, foram constatadas diferenças entre tratamentos de secagem, na determinação do teor de água, no teste de envelhecimento rápido e na incidência de *Penicillium* spp.

### CONCLUSÕES

A reunião de informações obtidas no presente trabalho, considerando temperaturas do ar de secagem de 70, 80 e 90°C e reduções do teor de água de 16,5% para 13,8%, permite as seguintes conclusões:

a) a secagem intermitente não causa efeitos prejudiciais à qualidade fisiológica de sementes de milho;

b) a incidência de *Penicillium* spp. em sementes de milho pode ser reduzida pelo emprego da secagem intermitente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL, Ministério da Agricultura, Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Brasília, 1980. 188p.
- BURRIS, J. S. & NAVRATIL. Drying high - moisture seed corn. In: ANNUAL CORN & SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 35., Iowa, 1980. Proceedings. Ames, Iowa State University, 1980. p.116-32.
- CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. SEMENTES: ciência, tecnologia e produção. 3.ed. Campinas, Fundação Cargill, 1988. 424p.
- FORTES, M. & OKOS, M.R. Changes in physical properties of corn during drying. Transactions of ASAE, St. Joseph., 23(4): 1004-8, 1980.
- HERTER, U. & BURRIS, J.S. Effect of drying rate and temperature on drying injury of corn seed. Canadian Journal of Plant Science, Ottawa, 69(3):763-74, 1989.
- LOEFFLER, N.L.; MEIER, J.L.; BURRIS, J.S. Comparison of two cold test procedures for use in maize drying studies. Seed Science and Technology, Zurich, 13:653-8, 1985.
- LUZ, C.A.S. da. Secagem de sementes de arroz em secador intermitente lento. Pelotas, 1986. 103p. (Mestrado - Universidade Federal de Pelotas).
- MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba, FEALQ, 1987. 230p.



- MENTEN, J.O.M., ed. Primeira semana de atualização em patologia de sementes. Piracicaba, ESALQ/Depto. Fitopatologia, 1988. 76p.
- MOORE, R.P. Effects of mechanical injuries on viability. In: ROBERTS, E.H. Viability of seeds. London, Chapman and Hall, 1974. p.94-113.
- NAVRATIL, R.J. & BURRIS, J.S. The effect of drying temperature on corn seed quality. Canadian Journal of Plant Science, Ottawa, 64:487-96, 1984.
- NELLIST, M.E. & HUGUES, M. Physical and biological processes in the drying of seed. Seed Science and Technology, Zurich, 1(3):613-43, 1973.
- POPINIGS, F. Fisiologia da semente. Brasilia, AGIPLAN, 1985. 289p.
- ROSA, O.S. Temperaturas recomendadas para a secagem de sementes de trigo e arroz utilizando o método intermitente. In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 5., Maracay, 1966. 27p.
- SOAVE, J. & MORAES, S.A. Medidas de controle de doenças transmitidas por sementes. In: SOAVE, J. & WETZEL, M.M.V.S. Patologia de sementes. Campinas, Fundação Cargill, 1987. p.192-259.