

ASROP-8

3.18

2-08

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM TECNOLOGIA DE SEMENTES

**DESEMPENHO DE SEMENTES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)
SUBMETIDAS À TERMOTERAPIA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, na Área de Concentração em Tecnologia de Sementes pelo
Eng.º Agr.º ANTÔNIO SEMENTE GASPAR,
para obtenção do grau de Mestre, sob orientação do Prof. SILMAR TEICHERT PESKE.

PPV

000-10
Gas

15967

MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM TECNOLOGIA DE SEMENTES



DESEMPENHO DE SEMENTES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)
SUBMETIDAS À TERMOTERAPIA

Dissertação apresentada ao Curso de
Pós-Graduação em Agronomia, na Área de
Concentração em Tecnologia de Sementes
pelo Engº Agrº, **ANTÔNIO SEMENTE GASPAR**,
para obtenção do grau de Mestre, sob
orientação do Prof. **SILMAR TEICHERT**
PESKE.

PELOTAS - RIO GRANDE DO SUL - BRASIL

— 1994 —

Ficha Catalográfica

G249d

Gaspar, Antônio S.

Desempenho de sementes de arroz submetidas à
termoterapia. / Antônio Semente Gaspar. - Pelotas :
Universidade Federal de Pelotas, 1994.
57p.

Dissertação (Mestrado) - Tecnologia de sementes -
UFPel/FAEM.

1. Sementes. 2. Arroz. 3. Dormência. 4. Secagem.
5. Termoterapia. I. Peske, Silmar T. II. TÍTULO

CDD 633.18

Bibliotecária: Claudia Zivbetti

CRB-10/932

COMITÉ DE ORIENTAÇÃO

Orientador: Prof. SILMAR TEICHERT PESKE
Eng. Agrº, Ph.D., Professor Titular da Faculdade
de Agronomia Elizeu Maciel - UFPel.

CO-Orientador: Prof. CARLOS ALBERTO PIEROBOM
Eng. Agrº, Ph.D., Professor Titular da Faculdade
de Agronomia Elizeu Maciel - UFPel.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. SILMAR TEICHERT PESKE

Eng. Agrº Ph.D., Professor Titular - UFPel

Prof. CESAR SPERANDIO

Eng. Agrº, Dr., Professor Titular - UFPel

Prof. LEOPOLDO MÁRIO LABBÉ BAUDET

Eng. Agrº, Ph.D., Professor Titular - UFPel

Prof. FRANCISCO AMARAL VILLELA

Eng. Agrº, Dr., Professor Adjunto - UFPel

Aos meus pais Albino Semente Gaspar
e Lionora Monteiro pelos conselhos da vida.

Aos meus irmãos pelo espírito de
amizade, ajuda e compreensão.

À minha esposa Assucena e meu filho
Ayrton, pelo amor e carinho.

À Mutarara, terra natal e,

A todos aqueles que são
vítimas de injustiças sociais.
A aqueles que, por
falta de oportunidades
permanecem na ignorância (VILLELA, 1991)

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À:

Empresa Sementes de Moçambique - SEMOC pelo suporte financeiro e facilidades durante o período de curso.

Ao responsável do Departamento de formação de quadros da SEMOC, Sr. Carlos Dominguez, pelo seu permanente apoio durante o curso.

Ao Sr. António Jorge e aos demais colegas da SEMOC, pelos conselhos que permitiram a minha permanência na empresa.

Aos professores, Drs. Silmar Teichert Peske pela orientação e Carlos Roberto Pierobom pela co-orientação.

Ao corpo docente da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel - UFPel, pelos ensinamentos e espírito de companheirismo.

Aos colegas do curso e do Laboratório Didático de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia, em especial ao Salvador Torres, Alexandre Cabrera, Rangel, Pedro, Bruno, Dirceu, Possenti, Henrique, Galli, Valcir, Helosa, Gilberto, Edson, Saturnino, Adilson, Luis e esposa, Divânia, Antonieta, Alberto, Ricardo, Maria Alice, Vander, Sílvio e Valci, pela amizade e ajuda.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Serviço de Produção de Sementes Básicas, gerência Pelotas, pelo fornecimento das sementes e em especial Sr. Vilmar Silva Maciel, pela contribuição valiosa em materiais.

A meus pais, meus irmão, minha esposa e meu filho que foram os mais sacrificados pela minha ausência durante os estudos.

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1. Umidade (%) de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas e armazenadas por 5 meses na cidade de Pelotas, UFPel, 1993,.....	31
Tabela 2. Umidade (%) de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas e diferentes tempos de exposição, UFPel, 1994.....	31
Tabela 3. Temperatura de massa da sementes de arroz submetidas a temperaturas de ar, UFPel, 1994.....	32
Tabela 4. Germinação de sementes de arroz submetidas a diferentes temperaturas e tempos de exposição. UFPel, Abril, 1994.....	35
Tabela 5. Germinação de sementes de arroz, submetidas a altas temperaturas e tempos de exposição, após 6 meses de armazenamento. UFPel, Outubro, 1994.....	36
Tabela 6. Vigor de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas e tempos de exposição (efeitos imediatos). UFPel, Abril, 1994.....	38
Tabela 7. Vigor de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas e tempos de exposição, após 6 meses de armazenamento (efeitos latentes). UFPel, Outubro, 1994.....	38

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Germinação de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas por 7 dias. UFPel.....	34
Figura 2. Vigor de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas por 7 dias. UFPel.....	34
Figura 3. Germinação de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas e diferentes tempos de exposição (efeitos imediatos). UFPel, Abril, 1994.....	40
Figura 4. Vigor de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas e diferentes tempos de exposição (efeitos imediatos). UFPel, Abril, 1994.....	40
Figura 5. Germinação de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas e tempos de exposição (efeitos latentes), aos 6 meses de armazenamento. UFPel, Outubro, 1994.....	41
Figura 6. Vigor de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas e tempos de exposição (efeitos latentes), aos 6 meses de armazenamento. UFPel, Outubro, 1994.....	41
Figura 7. Controle de <i>Alternaria</i> spp. em sementes de arroz tratadas com calor seco. UFPel, 1994.....	43
Figura 8. Controle de <i>Phoma</i> spp. em sementes de arroz tratadas por calor seco. UFPel, 1994.....	43
Figura 9. Controle de <i>Gerlachia oryzae</i> (<i>Rhynchosporium</i> spp) em sementes de arroz tratadas por calor seco. UFPel, 1994.....	44
Figura 10. Controle de <i>Curvularia</i> spp. em sementes de arroz tratadas por calor seco. UFPel, 1994.....	44
Figura 11. Controle de <i>Nigrospora</i> spp. em sementes de arroz tratadas por calor seco. UFPel, 1994.....	45

LISTA DE APÊNDICES

viii

	Página
Equações das figuras apresentadas.....	55
Tabela 8. Médias de temperaturas e umidade relativa do ar ocorridas entre junho de 1993 e outubro de 1994, na cidade de Pelotas.....	57

CONTEÚDO

	Página
Ficha catalográfica.....	i
Comitê de orientação	ii
Comissão examinadora.....	iii
Dedicatória.....	iv
Agradecimentos.....	v
Lista de Tabelas.....	vi
Lista de Figuras.....	vii
Lista de apêndices.....	viii
CONTEÚDO.....	ix
RESUMO.....	xi
SUMMARY.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 Qualidade de sementes.....	4
2.1.1 Germinação.....	4
2.1.2 Vigor.....	5
2.1.3 Dormência.....	6
2.1.4 Sanidade da semente.....	9
2.2 Secagem e termoterapia em sementes.....	11
2.2.1 Secagem de sementes.....	11
2.2.2 Termoterapia em sementes.....	13
2.2.2.1 Tratamento com calor úmido (água quente)...	14
2.2.2.2 Tratamento com calor seco.....	16
2.3 Armazenamento de sementes.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 Material.....	21
3.1.1 Local.....	21
3.1.2 Sementes.....	21
3.2 Metodologia.....	21
3.2.1 Período de execução.....	21
3.2.2 Determinação de umidade de sementes.....	22
3.2.3 Qualidade inicial das sementes.....	22

3.2.4	Tratamento de sementes com calor seco.....	23
3.2.5	Determinação de temperatura de massa de sementes.....	24
3.2.6	Avaliação da qualidade de sementes.....	23
3.2.6.1	Teste de germinação.....	24
3.2.6.2	Teste de vigor.....	24
3.2.6.3	Dormência.....	25
3.2.6.4	Teste de sanidade.....	25
3.4	Análise estatística.....	26
3.4.1	Tratamentos.....	26
3.4.2	Análise de variância.....	27
3.4.2.1	Primeira fase.....	27
3.4.2.1	Segunda fase.....	28
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1	Umidade da semente.....	29
4.2	Temperatura de massa de sementes.....	32
4.3	Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas à altas temperaturas.....	33
4.3.1	Efeitos latentes da temperatura durante o armazenamento.....	33
4.3.2	Efeitos de temperatura e tempo de exposição.....	35
4.4	Qualidade sanitária das sementes.....	41
5.	DISCUSSÃO GERAL.....	46
6.	CONCLUSÕES.....	49
7.	BIBLIOGRAFIA.....	50
8.	APÊNDICES	55

DESEMPENHO DE SEMENTES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)
SUBMETIDAS À TERMOTERAPIA

AUTOR: ANTÔNIO SEMENTE GASPAR
ORIENTADOR: SILMAR TEICHERT PESKE

RESUMO:

O objetivo do presente trabalho foi o de determinar a resistência de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) a altas temperaturas. O experimento foi conduzido em duas etapas: a primeira fase teve duração de 12 meses e utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, com 5 temperaturas (ambiente, 50, 60, 70 e 80°C por 7 dias de exposição). Em vista os resultados que se vinham obtendo na primeira fase de estudo, realizou-se a segunda fase, com duração de 6 meses e tendo avaliações no início e no fim do período de armazenamento. Na segunda fase utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, com 5 temperaturas (ambiente, 50, 60, 70 e 80°C) e três períodos de exposição ao calor (4, 7 e 10 dias).

As avaliações foram realizadas através dos seguintes testes: germinação, frio, sanidade e dormência, além de determinações de umidade da semente e temperatura de massa das sementes. Os resultados permitiram concluir que: 1) o melhor desempenho das sementes no processo de termoterapia se dá nas condições de 70°C por 10 dias sem afetar a sua germinação por 6 meses; 2) sementes de arroz podem ser secas a teores de 3,0% de umidade sem afetar a sua qualidade fisiológica; e 3) a temperatura de 80°C por 10 dias é letal para *Alternaria* spp., *Phoma* spp., *Curvularia* spp., *Gerlachia oryzae* e *Nigrospora oryzae* e mata mais de 50% da população de sementes.

RICE (*Oryza sativa* L.) SEED PERFORMANCE
SUBMITTED TO THERMOTHERAPY

AUTHOR: ANTÔNIO SEMENTE GASPAR
ADVISER: SILMAR TEICHERT PESKE

SUMMARY:

The objective of the present work was to determine the effect of heat dry thermotherapy on rice seeds. The work was conducted on two stages: The first study consisted on submitting the seeds to 50, 60, 70 and 80°C for 7 days and evaluating them during one year; the second study consisted of adding exposing the seeds to 4, 7 and 10 days at same temperatures of the first study and evaluating the seeds right after the treatments and 6 month later. To evaluate the seeds the following tests were conducted: standart germination, cold test, health, dormancy and moisture besides registering the seed temperature. The results allowed the following conclusions: 1 - The best seed performancy on the heat dry thermotherapy process is with 70°C for 10 days without affecting its germination up to six month; 2 - Rice seeds resist to be dried to 3,0% moisture without losing its physiological quality; e 3 - Temperature of 80°C for 10 days kills *Alternaria* spp., *Phoma* spp., *Curvularia* spp., *Gerlachia oryzae* and *Nigrospora oryzae* and more than 50% of the seeds. Suggestions to improve the heat dry thermotherapy process, are presented.

1 - INTRODUÇÃO

Mais de um terço da população mundial depende diretamente do arroz como alimento básico, provocando uma grande movimentação de germoplasma entre países, especialmente sob forma de sementes, para desenvolver novas variedades.

Para que a semente possa desempenhar o seu papel de proporcionar ao agricultor uma maior produtividade, esta deve ser de alta qualidade e de uma variedade adequada. Isso acontece quando o Estado possui um programa de sementes com todos os seus elementos desempenhando suas funções corretamente.

O intercâmbio de sementes entre os agricultores, fitomelhoristas e outros agentes tem se constituído em um meio de movimentação inevitável de patógenos entre regiões, países e continentes. É através de sementes que raças fisiológicas de importantes patógenos são comumente introduzidas em determinadas regiões, apesar dos esforços e rigor da legislação existente entre vários países, no sentido de impedir o transporte de patógenos.

Cerca de 90% das culturas destinadas à produção de alimentos no mundo estão sujeitas ao ataque de doenças, em que a maioria dos seus agentes podem ser transmitidos por sementes, daí a importância da pesquisa de associação de patógenos a sementes (NEERGAARD, 1977). Em termos econômicos, a importância da associação de

patógenos com sementes pode ser avaliada em função de tipos de danos causados pelas doenças correspondentes, tanto na fase de produção e comercialização de sementes ou produto comercial da safra presente, como nas implicações das safras subseqüentes (MACHADO, 1987).

O surgimento de patógenos em sementes obrigou o homem a criar métodos preventivos, curativos e erradicantes. Os métodos mais usados são os químicos por diversas razões, entre as quais estão interesses econômicos das grandes companhias (por serem mais lucrativos) e o efeito residual ou prolongado contra os patógenos que eles oferecem.

Atualmente, tem-se consciência da necessidade de proteger o ambiente das agressões dos produtos tóxicos, e o tratamento físico poderá funcionar como alternativa prática e eficiente ao uso de produtos químicos, eliminando os patógenos presentes na semente sem causar danos ao homem, à planta, aos animais e ao ambiente.

Segundo PINHEIRO et alii (s d), embora o consumo de agrotóxicos entre 1964 e 1979 tenha aumentado 421,2%, o aumento da produtividade das principais culturas brasileiras, nesse mesmo período, não passou de 4,9%. No entanto, o número de pragas aumentou exponencialmente, à razão de 22 espécies por ano, coincidindo com o aumento do uso de agrotóxicos.

Um outro problema comum em sementes é a dormência. Uma semente é considerada dormente quando não germina, mesmo em presença de todos fatores externos necessários à germinação (luz, água, temperatura e oxigênio).

A dormência é um dos mecanismos de defesa pelo qual a semente

mantém a sua viabilidade sob condições desfavoráveis. Em arroz, a colheita de sementes que não possuem dormência, durante a época chuvosa, constitui um problema comum, pois podem germinar e deteriorar no campo, especialmente quando a secagem é atrasada. Por outro lado, a dormência se constitui em um grande problema para os analistas de sementes, especialmente quando se deseja obter informação da capacidade germinativa logo após a colheita.

Nas condições do Rio Grande do Sul, a perda natural da dormência dos principais cultivares, dá-se ao redor de 100 dias após a colheita, havendo variação de intensidade para sementes de um mesmo cultivar, conforme o ano de cultivo (AMARAL & GONÇALO, 1977).

Todavia, existem vários métodos tanto para superação da dormência como para evitar que os patógenos sejam transportados junto com as sementes. Entre esses métodos encontra-se o uso de altas temperaturas. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi determinar a resistência das sementes de arroz a altas temperaturas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Qualidade de sementes

Para a semente mostrar toda a sua potencialidade deve possuir certos atributos mínimos de qualidade, estar presente em quantidades suficientes à disposição do agricultor e no momento próprio. Todavia, sementes de alta qualidade utilizadas com práticas culturais inadequadas não terão condições de corresponder ao esperado e fatalmente levarão ao insucesso (PESKE, 1988).

2.1.1 Germinação

Um teste de germinação tem por objetivo obter informações sobre a qualidade da semente para fins de semeadura em campo e fornecer dados que possam ser usados, juntamente com outras informações, para comparar diferentes lotes de sementes.

A germinação de sementes em teste de laboratório é a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo. As estruturas essenciais que uma planta normal deve apresentar são sistema radicular e parte aérea. As temperaturas recomendadas para a germinação de arroz estão entre 20 a 30°C , sendo ótima 25°C. Em termos de substrato é recomendado

germinação em rolo de papel toalha e entre areia (BRASIL, 1992).

2.1.2 Vigor

Ao falar de vigor convém diferenciar dois aspectos, o vigor genético e o fisiológico. O vigor genético é aquele observado na heterose ou nas diferenças de vigor entre duas linhagens, enquanto que o vigor fisiológico é observado entre lotes de mesma linhagem genética, cultivar ou espécie (POLLOCK & ROOS, 1972).

Os testes de vigor recomendados pela Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1983) são: classificação do vigor das plântulas, crescimento de plântulas, envelhecimento precoce, teste de frio, germinação em baixas temperaturas, tetrazólio e condutividade. O teste de frio é uma simulação de condições de campo de inverno onde se apresenta excesso de umidade e baixa temperatura. O substrato para teste de frio, recomendado pela AOSA, é solo em caixa plásticas ou papel toalha e colocado a 10°C para incubação por um período específico para cada cultura. Após esse tratamento são levados para condições favoráveis com procedimentos normais de germinação.

Os fatores que afetam a expressão de vigor de sementes são as características genéticas, as condições ambientais durante o desenvolvimento das sementes, a sua maturidade, tamanho e densidade, o dano mecânico, a deterioração, o ataque de microrganismos (COPELAND, 1976), a posição da semente na planta e o tratamento das sementes (SESHU et alii, 1988).

MCDONALD JR. (1975) diz que um teste de vigor deve ser

barato, simples, rápido, relacionado com a emergência a campo, objetivo e reproduzível e também permitir a avaliação de uma semente ou uma população de sementes. Além disso, o teste deve ser hábil em detectar tanto grandes como pequenas diferenças de vigor (COPELAND, 1976).

PETERS (1992), na avaliação de testes de vigor em sementes de arroz, concluiu que os testes de crescimento de plântulas, envelhecimento precoce e frio em rolo de papel sem solo mostraram uma boa correlação com a emergência a campo e apresentam-se bastante eficientes em avaliar o vigor das sementes de arroz.

2.1.3. Dormência

Sementes dormentes são as que, sendo aparentemente viáveis, não germinam mesmo quando colocadas em condições específicas para a espécie. Essas sementes são capazes de absorver água e intumescer, mas não germinam nem apodrecem até o final do teste (BRASIL, 1992).

A dormência pós-colheita é uma característica importante das cultivares de arroz no Rio Grande do Sul (AMARAL & SILVA, 1984) e sua ocorrência pode dificultar a avaliação da qualidade fisiológica das sementes logo após a colheita (AMARAL & SILVA, 1984; UDIN & SOEJADI, 1991). A duração e a intensidade da dormência em arroz diferem significativamente entre cultivares e na mesma cultivar em diferentes anos de produção (SESHU & DADLANI, 1991).

Entre os métodos de superar a dormência destacam-se os

seguintes: armazenamento em locais secos; pré-esfriamento; pré-aquecimento; uso de solução de nitrato de potássio; ácido giberélico; germinação a baixas temperaturas e luz (BRASIL, 1992).

A dormência pode estar relacionada com os teores endógenos de CO_2 ou com a presença de inibidores na semente, os quais afetam a penetração de oxigênio, impedindo a germinação (FRAGA, 1982). A ocorrência de ácidos graxos saturados, particularmente o ácido nonanóico, pode causar a falta de disponibilidade de oxigênio ao embrião (MAJUNDER et alii, 1989), acontecendo o mesmo com a presença de ácido abscísico (ABA) na casca e no pericarpo durante a maturação, sendo que ambos inibem o processo germinativo (SESHU & DADLANI, 1991).

Cultivares fracamente dormentes, a maioria originária de regiões temperadas, contêm menor nível de ácidos graxos saturados de cadeias curtas (MAJUNDER et alii, 1989) e a dormência é particularmente imposta pelo ABA. Um adequado período de armazenamento (7 à 10 dias) pós-colheita, remoção da casca ou uma aplicação exógena de AG_3 podem minimizar o seu efeito (SESHU & DADLANI, 1991). Cultivares fortemente dormentes, a maioria originária das regiões tropicais, contêm elevado nível de ácidos graxos saturados de cadeia curta que controlam primariamente a dormência embora pudessem ser encontrados teores suficientes de ABA. A superação da dormência dessas cultivares pode ser obtida por remoção física ou química dos ácidos graxos, utilizando altas temperaturas ou agentes oxidantes (SESHU & DADLANI, 1991). A dormência em arroz é imposta particularmente pela casca e pelo

pericarpo, sendo a casca o fator predominante (SESHU & SORRELS, 1986) e a presença de mucilagem envolvendo o tegumento e o consumo de oxigênio pela atividade de peroxidase reduzem sua passagem através dele (BEWLEY & BLACK, 1982). Para AMARAL & GONÇALO (1977), a pré-secagem em estufa a 49°C por 96 horas foi, dentre os métodos, o que mais superou a dormência. Entretanto, YOSHIDA (1981), empregando este mesmo tratamento em 27 cultivares de arroz, verificou que 5 delas apresentaram, apenas, cerca de 50% de germinação, necessitando um período mais prolongado de exposição (10 dias) àquela temperatura, para a obtenção de germinação acima de 80%.

Em outra pesquisa com as cultivares de arroz, BR-IRGA 409 e BR-IRGA 410, a imersão em solução de 0,56% de hipoclorito de sódio a 40°C por 16 horas foi considerada mais eficiente por AMARAL & SILVA (1984), acrescentando que diferentes cultivares reagem de forma distinta à pré-secagem em estufa a 49 °C por 96 horas. Nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), a pré-secagem a 50°C por 96 horas é apresentada como um dos tratamentos indicados para a superação da dormência em sementes de arroz.

VIEIRA (1991) encontrou respostas diferentes a determinados tratamentos: sementes de arroz da cultivar INCA tiveram a dormência superada por pré-secagem em estufas com circulação forçada de ar, a diferentes combinações de temperaturas e períodos de exposição e a cultivar MG-1 apresentou melhor resultado com a pré-secagem a 40°C por 168 horas.

A pré-secagem a 50°C por 5 dias, seguida de imersão em água

por 24 horas, foi efetiva para superar a dormência na cultivar IR64 (UDIN & SOEJADI, 1991) e o tratamento do calor úmido (43 °C, 100% de UR) por 48 horas, aplicado em nove cultivares de arroz que apresentavam dormência, elevou a germinação para 80-100% em oito (8) cultivares (SESHU & DADLANI, 1991).

MURTHY et alii (1986), com o objetivo de estudar a dormência em 10 cultivares de arroz no momento da colheita dividiram as panículas em terço superior, médio e inferior e constataram que a dormência foi maior no terço inferior, seguido do médio e do superior, apresentando médias de 88,5%, 66,5% e 46,0% de sementes dormentes, respectivamente.

2.1.4 Sanidade da semente

A maioria de fungos de campo que atacam o produto agrícola antes da colheita requiere para o seu crescimento uma umidade relativa em torno de 90-95%. Em sementes amiláceas isto significa em torno de 25% de umidade da semente (WETZEL, 1987).

As principais doenças que ocorrem em arroz transmissíveis por sementes no Brasil são as seguintes: a) Brusone - causado por *Pyricularia oryzae* Cav.; b) Mancha Parda ou Helmintosporiose - *Cochliobolus miyabeanus* (Ito & Kur.) Drechsl. estágio imperfeito, *Drechslera oryzae* (Breda de Hann) Sebr. & Jain; c) Manchas nas sementes - são causados por vários patógenos como *Curvularia* spp., *Drechslera* spp., *Epicoccum* spp., *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Nigrospora oryzae*, *Phoma* spp., *Trichoconiella padwiikii* e outros;

d) Escaldadura da folha - é causada por *Gerlachia oryzae* (sin *Rhynchosporium oryzae*); e) Mancha estreita - é causada por *Cercospora oryzae* Miyake; f) Ponta Branca - é causada por nematóide, *Aphelenchoides besseyi* Christie (AMARAL, 1987).

Os resultados dos testes de sanidade podem ser grandemente influenciados pela condição da semente no momento do teste. Sementes com baixo vigor, devido à colheita prematura ou tardia, afetadas por efeitos físicos ou fisiológicos durante o período de maturação e armazenamento, podem favorecer o desenvolvimento de microrganismos saprófitas. A rapidez de crescimento do patógeno associado à semente, em qualquer tipo de teste depende, principalmente, de três fatores: a) da quantidade de inóculo; b) do vigor do inóculo e c) do ponto de infecção ou contaminação (YORINORI, 1987), além das condições ambientais favoráveis.

Dentre os danos que os patógenos podem provocar podem ser citados: morte em pré-emergência; podridões radiculares; tombamentos; manchas necróticas em folhas, caules, frutos e sistema vascular; deformações; alteração de cor; infecção latente, etc. Em campos de produção de sementes, além desses tipos de danos que causam reduções de produtividade, as doenças podem causar depreciação profunda do produto assim como abortos, estromatizações e perda de poder germinativo das sementes (MACHADO, 1987).

2.2 - Secagem e termoterapia em sementes

2.2.1 - Secagem de sementes

A secagem é considerada como a operação fundamental no beneficiamento de sementes, a qual tem por objetivo reduzir os graus de umidade até níveis que permitam a preservação de sua qualidade. Ela constitui um método direto de combate a microorganismos e indireto no combate a pragas, (BARBOSA, 1977, e BROOKER et alii, 1978). A temperatura do ar de secagem, a umidade relativa do ambiente, o fluxo de ar, a umidade inicial e final do grão e o Período de exposição são parâmetros a ter em conta na secagem (PESKE, 1992).

Os tipos de água presentes na semente são: a) a água de constituição - é a que está unida às substâncias por ligações químicas muito fortes, fazendo parte da matéria e serve de ponte entre as proteínas; b) a água absorvida - é a que está com sais (potássio, cálcio) fazendo com que a mesma esteja fortemente atraída dentro da semente e c) a água livre - é a que está sem nenhuma atração coloidal e localizada entre os espaços intercelulares (HUNT et alii, 1974, e PUZZI, 1977). Segundo LASSERAN (1979), em sementes de milho, para teores de 0 à 5% a água se encontra em uma só camada de moléculas em torno das partículas coloidais na semente em uma união muito forte, difícil de ser desfeita. De 5 a 13% a água se encontra em camadas polimoleculares

e entre 13 até 27% a água se encontra na semente na forma líquida, sob tensão osmótica e acima de 27% encontra-se água livre.

A semente é um material higroscópico, perde ou ganha umidade em função do ambiente, sendo o equilíbrio higroscópico função da espécie, do gradiente de pressão de vapor, da temperatura e da velocidade do ar circundante (BOYD, 1974), de entre outros fatores.

O equilíbrio higroscópico é afetado por composição química da semente, sendo em ordem decrescente os componentes protéicos, celulósicos e amiláceos. Os lipídios são essencialmente hidrofóbicos. Portanto, numa mesma umidade relativa, as sementes com maior quantidade de proteínas ou amido (arroz, trigo, milho) terão maior grau de umidade que as sementes com maior teor de óleo (amendoim, algodão) (HARRINGTON, 1972).

Foi observado, no estudo de efeitos do retardamento de secagem de sementes de arroz sobre a qualidade fisiológica, que sementes colhidas com 20% de umidade a partir de 24 horas de atraso de secagem apresentam reduções na sua qualidade fisiológica e que esse efeito é mais drástico a partir de 72 horas de espera de secagem (VALLE, 1978).

VEGA (1989), no seu estudo de efeitos de métodos de secagem sobre a qualidade de sementes de arroz, concluiu que o gradiente de umidade, em primeiro lugar, e a temperatura, em segundo lugar, são as causas principais no fissuramento das sementes de arroz e que as fissuras não afetam a qualidade fisiológica da semente de arroz.

Em relação à temperatura do ar de secagem utilizada em secadores intermitentes, ROSA (1966) e LUZ & PESKE (1988)

identificaram que a temperatura de 70 °C não afeta a qualidade fisiológica das sementes; LUZ & PESKE (1988) também recomendaram que a temperatura de massa de sementes não seja superior a 42 °C no final da secagem quando as sementes possuem 13-15% de umidade.

2.2.2 - Termoterapia em sementes

O tratamento térmico contra a ação de microrganismos em semente se baseia na utilização do calor seco ou úmido para controlar os patógenos. O princípio básico do tratamento pelo calor fundamenta-se na sensibilidade diferencial entre o patógeno e a semente; a possibilidade de sucesso desse tratamento está diretamente relacionada à diferença entre o ponto de inativação ou letal do patógeno e o ponto letal da semente. Quanto maior a diferença entre o ponto térmico letal do patógeno e da semente, maiores serão as possibilidades de sucesso deste processo (SOAVE & MORAES, 1987). Os mesmos autores acrescentam que muitos fatores podem alterar a diferença entre o ponto térmico letal do patógeno e da semente, tais como: a) grau de umidade da semente - quanto maior o teor de umidade da semente, mais baixa é a sua temperatura letal; b) dormência da semente - quando em estado dormente, as sementes são mais resistentes ao calor; c) idade e vigor da semente - sementes novas, menos deterioradas suportam temperatura mais alta que as velhas e com baixo vigor; d) danos mecânicos na camada externa da semente - a semente com danos mecânicos apresentam temperatura letal mais baixa que a semente com camada externa

intacta; e) condições intrínsecas da semente - algumas espécies apresentam maior resistência ao calor que outras, bem como dentro da mesma espécie podem existir cultivares cujas sementes apresentam, maior ou menor temperatura letal; f) origem da semente - sementes provenientes de regiões equatoriais ou tropicais apresentam maior temperatura letal que as provenientes de regiões temperadas; g) condições do patógeno - quando o patógeno se encontra na forma de micélio dormente, clamidosporos, etc., ele é mais resistente ao calor que quando se encontra na fase vegetativa.

O tratamento térmico pode ser com calor úmido (vapor arejado e água quente) ou com calor seco.

2.2.2.1 - Tratamento com calor úmido (água quente)

Este foi o primeiro método usado como termoterapia. Jensen usou na Dinamarca, em 1887, para o controle do carvão em trigo e cevada, segundo BAKER (1972) e NEERGAARD (1979). A água possui cinco vezes mais eficiência térmica que o ar seco e duas vezes a eficiência do vapor, razão pela qual os tempos de exposição das sementes em água quente devem ser menores e as temperaturas mais baixas que do ar quente (BAKER, 1972).

A água quente pode ser utilizada para controlar patógenos localizados tanto interna como externamente em sementes de hortaliças. É recomendada para o tratamento de sementes de várias espécies, como aipo, alface, cenoura, crucíferas, espinafre, pepino, pimenta e tomate (NEERGAARD, 1979).

O tratamento de sementes de couve com água quente a 50°C por 25 minutos, obteve um bom controle dos patógenos presentes nas sementes e não teve efeitos prejudiciais à germinação e viabilidade das sementes (SIVARAN, 1980).

Na Índia, SHEKHAWAT & CHAKRAVARTI (1982), após terem detectado a presença de *Xanthomonas campestris* pv *campestris* em sementes de repolho, conseguiram eliminá-la através de tratamento das sementes com água quente a 50°C, por 30 minutos.

ESTEVES et alii (1983), no tratamento de sementes de quiabeiro com a imersão em água a 70°C por 30 minutos, obtiveram um bom controle de diversos patógenos, além de obter um decréscimo no número de sementes duras, sem prejuízos na germinação.

MOFFETT & WOOD (1979), eliminaram *Xanthomonas cucurbitae*, agente da mancha bacteriana em abóbora, com o tratamento das sementes em água quente a 56°C, por 30 minutos.

O tratamento de sementes com água quente embora fosse comprovadamente eficiente no tratamento de fungos e bactérias associados a sementes, necessita de muitos cuidados pois qualquer alteração mínima no tempo ou na temperatura de exposição pode causar sérios danos às sementes. Por exemplo, o tratamento de sementes de grão-de-bico em água quente a 45°C por 10 minutos foi suficiente para eliminar os patógenos presentes, porém quando a temperatura variou para 50 e 55°C, com o mesmo período de exposição, houve decréscimo de germinação (SHARMA & VARMA, 1983) e se as sementes não forem utilizadas imediatamente deve-se submetê-las ao processo de secagem pois o seu grau de umidade aumenta

consideravelmente.

2.2.2.2 - Tratamento com calor seco

O tratamento com calor seco em sementes é utilizado como um procedimento de rotina por algumas companhias, cooperativas e produtores no Japão (NAKAMURA, 1982).

Diferentes fungos foram isolados indicando serem agentes causais de manchas na bainha, folha e grãos de arroz. Os tratamentos com fungicidas não protegeram a panícula, sugerindo que os fungos não são agentes primários dessas doenças. Certas *Pseudomonas* não fluorescentes e fluorescentes como (*P. fuscovaginae*, *P. syringae* pv. *oryzicola*, *P. glumae* e *P. avenae*) provocam manchas no grão e podridão da bainha. Tratamentos de sementes de arroz com calor seco a 65°C por 6 dias e água quente a 55°C por 20 minutos foram comparados com kasugamicin, um antibiótico, à 0.2 g i.a./kg de sementes. Os resultados mostraram que embora o antibiótico tivesse controlado os patógenos, ele não foi completamente efetivo. O ar quente a 65°C por 6 dias controlou completamente *P. fuscovaginae*, o mesmo aconteceu com água quente a 55°C por 20 minutos (Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, 1991).

A exposição a altas temperaturas elimina eficientemente bactérias associadas a sementes de diversas cultivares. O feijão infectado por *Pseudomonas phaseolicola* é tratado a 70°C por 120 minutos (BELLETTI & TAMIETTI, 1972).

Sementes de milho com *Fusarium moliniforme*, após a pré-embebição por 2 horas, foram tratadas com ar quente a 55°C por 24 horas, tendo eliminado os fungos sem prejudicar a germinação (PIGLIONICA et alii, 1978).

O tratamento de sementes com calor seco, usando temperaturas aproximadas de 75°C por 7 dias de exposição, pode ser usado em várias hortaliças, como: espinafre, melancia, pepino, alface, couve-chinesa e cenoura. Em abóbora, couve-flor, couve, brócoli, rabanete, berinjela e cebola são necessários maiores estudos para adaptação do método. Para sementes de certas culturas como soja, feijão-vagem, ervilha entre outras, o uso de calor tem-se mostrado inadequado (NAKAMURA, 1982).

O controle de *Fusarium oxysporum* em sementes de melancia tem sido através do tratamento de sementes com calor seco a 75°C por 6 ou 7 dias (KUNYIASU, 1980).

O tratamento com calor seco tem sido usado com muito sucesso no controle de *Colletotrichum gossypii*, em sementes de algodoeiro: as sementes são submetidas à temperatura de 60-65°C durante 24 horas para diminuir o teor de umidade; a seguir, são tratadas à temperatura de 95-100°C durante 12 horas (SOAVE & MORAES, 1987).

MUNIZ (1990) testou o uso de termoterapia - calor seco - no controle de patógenos associados a sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum*), usando diferentes períodos de exposição (4, 8, 12 e 15 dias) a uma temperatura constante de 70°C. Como comparativos, ao tratamento de calor seco usou três tratamentos diferentes: a) imersão de sementes em água quente a 50°C por 30 minutos; b)

tratamento químico com princípio ativo thiran; e c) testemunha sem tratamento. Os resultados permitiram concluir que: a) o calor de 70°C por 12 dias erradicou os fungos das sementes de tomate; b) thiran (Rhodiuran 250 g/100 kg de sementes) não mostra um controle efetivo dos patógenos presentes nas sementes de tomate; e c) o tratamento com água quente a 50°C por 30 minutos não é indicado para sementes de tomate. NEERGAARD (1979) salienta que para o tratamento de vírus de mosaico em sementes de tomate é suficiente a exposição da semente à temperatura de 70 °C por 4 dias.

No Japão sementes de cabaça foram tratadas a 70°C por 3 dias e a infestação do vírus foi reduzida consideravelmente. Quando as sementes foram submetidas a calor de 75°C, conseguiu-se um bom controle de *Fusarium oxysporum*, causador da mancha angular da folha. As sementes tiveram uma pré-secagem à 40°C por 2 horas antes de tratamento (NAKAMURA, 1982).

2.3 - Armazenamento de sementes

Os microrganismos que atacam as sementes no campo são capazes de causar diferentes danos tais como o aborto do óvulo fecundado, a má formação da semente, a redução da capacidade germinativa, o aparecimento de manchas, etc. Após a colheita, no armazenamento, os danos causados por esses mesmos microorganismos podem continuar, provocando a redução ou perda da capacidade germinativa, alteração da cor ou formação de manchas, transformações bioquímicas, perdas de peso e a produção de toxinas (WETZEL, 1987).

A taxa de atividade biológica e de deterioração do grão armazenado é uma função de suplemento de oxigênio, presença de fungos, bactérias e insetos e a intensidade de infestação, bem como da umidade, temperatura do grão e danos mecânicos presentes na semente (BROOKER et alii, 1978). Para conservação da viabilidade da sementes em condições ambientais, devem-se acrescentar dois fatores muito importantes: a) umidade relativa do ar; e b) temperatura do ar (SMIDERLE, 1994).

Na fase de armazenamento, os danos causados por espécies de *Aspergillus* e *Penicillium* podem atingir níveis alarmantes. Cerca de 2% da produção de grão e sementes são, anualmente, perdidos pelo ataque dos referidos fungos (TANAKA, 1982).

As principais condições que favorecem o desenvolvimento de fungos no armazém são (WETZEL, 1987): 1) umidade - varia com a espécie mas em geral as do gênero *Penicillium* se desenvolvem em sementes com maior grau de umidade que as do gênero *Aspergillus*; 2) Temperatura - os fungos em geral crescem mais rapidamente a 30-32°C. Entretanto, algumas raças de *Aspergillus glaucus* crescem lentamente próximas de 0°C, e certas espécies de *Penicillium* podem crescer a temperaturas abaixo de zero; 3) Período de armazenamento - Período longo de armazenamento pode ser uma condição favorável ao desenvolvimento dos fungos; 4) grau de contaminação - quanto maior for a quantidade de esporos ou micélios nos grãos no estado inicial, maior potencial de crescimento existirá no material a ser armazenado; 5) - impurezas - além de se constituírem fontes de inóculos, este material contribui para o aumento de umidade dentro

do volume armazenado, favorecendo o desenvolvimento dos fungos do armazenamento; 6) insetos - estes afetam em dois modos: a) aumento do grau de umidade do lote armazenado e b) aumento da disseminação dos fungos carregando os esporos entre e dentro dos grãos; 7) taxa de oxigênio - os microrganismos podem ser aeróbicos ou anaeróbicos, embora os fungos em geral sejam aeróbicos; 8) colheita e beneficiamento - sementes ou grãos colhidos com alta umidade podem favorecer o aparecimento de mofos. Os danos mecânicos na colheita e no beneficiamento destroem a barreira natural das sementes colocando o fungo diretamente em contato com o tecido de reserva da semente, favorecendo a sua atividade e 9) condições da semente - diz respeito a características inerentes às espécies vegetais como a suscetibilidade à rachadura ou quebra. O grau de deterioração pode predispor a semente ao ataque de fungos.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 - Local - O experimento foi realizado nas instalações e com equipamentos do laboratório didático de análise de sementes pertencentes ao Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Marciel, Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

3.1.2 Sementes - Foram utilizados oito lotes de sementes básicas da cultivar BR-IRGA-410, com 5,0 Kilogramas cada, sendo quatro da safra 1992/1993 e os restantes da safra 1993/1994, produzidas pelo Serviço de Produção de Sementes Básicas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Gerência Pelotas/RS.

3.2 Metodologia

3.2.1 Período de execução

O presente trabalho foi realizado em 1993 e 1994, sendo em duas fases:

- A primeira fase foi de 12 meses de armazenamento, tendo

começado em Julho de 1993 com 7 épocas de avaliações, feitas de 2 em 2 meses. Em vista os resultados que se vinha obtendo na primeira fase do estudo iniciou-se a segunda fase, que foi de 6 meses de armazenamento, com a primeira avaliação no início, em Abril de 1994 e a segunda avaliação no final do período de armazenamento, em Outubro de 1994.

3.2.2 Determinação de umidade de sementes

Na determinação de umidade das sementes utilizou-se o método de estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas utilizando duas amostras de 10 g por lote de sementes (BRASIL, 1992). As amostras foram pesadas em balança de precisão 0.1mg, antes e após a saída da estufa.

Para acompanhar a reabsorção de umidade pelas sementes até ao equilíbrio com as condições atmosféricas foi determinada a umidade de sementes aos 3 e 5 meses de armazenamento.

3.2.3 Qualidade inicial das sementes

As sementes foram recebidas com 97% de pureza.

Após a recepção, as sementes foram limpas na máquina de ar e peneiras para eliminar as impurezas tendo alcançado 99,8% de pureza, e seguida de avaliação da sua qualidade inicial, tendo apresentado 12,8% de umidade, 86% germinação e 73% vigor para a primeira fase do estudo, e 13,3% de umidade, 80% germinação e 64% vigor, para a segunda fase do estudo.

3.2.4 Tratamento de sementes com calor seco

Na primeira fase do estudo, após a retirada de amostras para as determinações iniciais, as sementes restantes, de cada lote, foram divididas em duas partes: - Uma parte de sementes ficou armazenada em condições ambientais de Pelotas, numa sala do Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia da FAEM/UFPel, a partir de Julho de 1993 retirando-se amostras de controle e outra após a subdivisão foi submetida a calor seco de 50, 60, 70 e 80°C por 7 dias, respectivamente, seguida de armazenamento nas mesmas condições do controle. Na segunda fase começada em abril de 1994, utilizaram-se as mesmas temperaturas e os tempos de exposição de 4, 7 e 10 dias, e depois foram armazenadas nas mesmas condições do primeiro estudo.

No estudo foram utilizadas quatro estufas com circulação forçada de ar de marcas "DE LEO", cada uma regulada a uma das 4 temperaturas já citadas. As sementes ficaram sob o calor até alcançar o período de exposição para cada tratamento, sendo dispostas em blocos (constituídos pelos lotes) casualizados e orientados da porta para o interior nas prateleiras dentro das estufas.

3.2.5 Determinação de temperaturas da massa de sementes

Durante a exposição ao calor foram determinadas as temperaturas da massa das sementes. As determinações foram feitas até ao equilíbrio da temperatura da massa de sementes com a temperatura do ar no interior das estufas.

Na determinação das temperaturas da massa de sementes usaram-se copos de isopor com a tampa perfurada para a colocação do termômetro. As estufas foram abertas à 4 e 7 horas após o início dos tratamentos de calor, para a retirada das amostras, sendo de 2 observações para cada médias de temperatura.

3.2.6 - Avaliação da qualidade das sementes

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes foi realizada pelos testes de germinação, frio, dormência e sanidade.

3.2.6.1 - Teste de germinação

O teste de germinação foi realizado em germinador de marca "BIOMATIC". A temperatura no interior do germinador foi de 25°C. De cada lote de sementes, foram utilizadas 200 sementes distribuídas em quatro repetições de 50 sementes cada uma, empregando-se o substrato de papel toalha marca germitest e umedecido a 2,3 vezes o peso do papel, com água destilada. A contagem de plântulas foi aos 7 e 14 dias, segundo as normas estabelecidas pelas Regras para

Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

3.2.6.2 Teste de vigor

O teste de vigor utilizado foi o de Frio. Da fração de sementes puras de cada lote, foram retiradas 200 sementes, sendo distribuídas sobre 4 rolos de papel toalha de 50 sementes cada, tal como o teste padrão de germinação; umedecido a 2,3 vezes o peso do papel com água destilada. Após a semeadura, foram colocados no interior de caixas plásticas (15 x 25 x 10 cm) com 80 ml de água destilada na base e essa em uma câmara regulada a 10 °C durante 7 dias. Após esse período, as caixas foram abertas e os rolos foram transferidos para o germinador à 25°C, onde permaneceram de 4 a 5 dias. A interpretação dos resultados foi feita pela contagem de plântulas normais.

3.2.6.3 - Dormência

As sementes que não germinaram durante o teste de germinação foram descascadas e submetidas novamente às condições de germinação. As sementes que germinaram depois do descasque foram consideradas dormentes.

3.2.6.4 - Teste de sanidade

Da fração de sementes puras de cada lote, foram retiradas 400

sementes, sendo distribuídas 25 sementes sobre papel mata borrão colocado em cada placas de Petri, umedecido com água destilada até saturação, e em seguida, escoou-se a água em excesso. A semente ficou na câmara de incubação a temperatura de 20 ± 2 °C, por oito dias sob o regime luminoso diário de 12 horas à luz e 12 horas no escuro. A luz foi de lâmpada fluorescente com comprimento de onda entre 320 e 420 nm. O método é uma combinação "in vivo" e "in vitro" sendo aplicado para detecção da maioria dos fungos de sementes de arroz (AMARAL, 1987).

O teste foi realizado nas sementes após a aplicação de calor. A análise dos fungos foi feita com auxílio de microscópio estereoscópio (lupa) e microscópio ótico. O número de sementes com presença de colônia(s) de fungos foram assinalados e resultados mostrados em percentagem controle, através de figuras.

3.3 - Análise estatística

O experimento foi realizado em blocos ao acaso, sendo em fatorial de 5 (temperaturas) em 7 (épocas de armazenamento) para a primeira fase. A segunda fase do estudo, também foi realizado em blocos casualizados, sendo fatorial de 5 (temperaturas) em 3 (tempos de exposição). Em ambos os casos, houve desdobramento para análise polinomial das interações do fator temperatura com os fatores armazenamento e período de exposição ao calor, respectivamente.

3.3.1 - Tratamentos

a) Temperaturas usadas - As sementes foram submetidas a 5 temperaturas: temperaturas ambiente (controle), 50, 60, 70 e 80 °C.

b) Período de exposição - Na primeira fase do estudo as sementes tiveram 7 dias de exposição ao calor. Na segunda fase, as sementes tiveram 3 períodos de exposições ao calor: 4, 7 e 10 dias.

c) Tempo de armazenamento - Na primeira fase do estudo as sementes tiveram 7 épocas de avaliações durante 12 meses de armazenamento. Na segunda fase, as sementes foram avaliadas em duas épocas, isto é, época inicial e final do armazenamento (aos 6 meses).

3.3.2 - Análise de variância

3.4.2.1. - Primeira fase do estudo

Análise de Variância

Causa de variação	G.L
Blocos	3
Temperaturas (T)	4
Armazenamento (A)	6
T X A	24
Resíduo	102
Total	139

3.4.2.2 - Segunda fase do estudo

Análise de variância

Causa de Variação	G.L.
Blocos	3
temperaturas (t)	4
Tempo de exposição (T)	2
t X T	8
Resíduo	42
Total	59

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Umidade da semente

Os níveis de umidade alcançados pelas sementes logo após os tratamentos de calor por 7 dias e, durante o armazenamento são apresentados na tabela 1. As sementes que não foram submetidas ao calor apresentaram no início do período de armazenamento 12.8% de umidade e, conforme o aumento da temperatura de ar, foram atingindo níveis de equilíbrios mais baixos. As sementes submetidas à temperaturas de 70 e 80°C por 7 dias apresentaram, no final do período de exposição, umidade 3,0 e 1,8%, respectivamente. Entretanto, aos três meses de armazenamento todos os lotes de sementes apresentaram umidade superior a 10%.

A avaliação de umidade de sementes, feita 5 meses após os tratamentos de calor, indicou que a maior parte dos lotes apresentava umidade de semente semelhante à umidade inicial. Esse processo é explicado com base na higroscopicidade da semente, ou seja, se o ambiente apresentar alta umidade relativa, a semente, dependendo da sua umidade inicial, tende a absorver água e vice-versa. Devido a alta umidade que a região de Pelotas possui (Tabela 8, apêndice), as sementes absorveram água.

Na tabela 2, pode-se observar que a umidade da semente varia tanto com o aumento de temperatura, como também com o período de exposição dentro da mesma temperatura.

As sementes entram em equilíbrio higroscópico em função principalmente da umidade relativa do ar e, em menor escala da temperatura. Dessa maneira, sementes de arroz submetidas a 25°C e com 15% de umidade relativa, entraram em equilíbrio higroscópico a 6,8% de umidade (AGUIRRE & PESKE, 1992). As sementes de arroz deste estudo foram submetidas ao ar à diversas temperaturas que proporcionaram diferentes umidades relativas.

Assim, quando expostas a 50°C a umidade relativa, no interior da estufa, ficou ao redor de 15% e proporcionou umidade das sementes de 5,3 a 3,8% dependendo do tempo de exposição, evidenciando que o equilíbrio higroscópico não foi alcançado quando as sementes foram expostas por 4 dias a 50°C e umidade relativa de 15% (Tabela 2). Tendência similar foi constatada com a temperatura de 60°C e umidade relativa de 9% proporcionando umidade de sementes de 4,2 a 3,0%. Por outro lado, temperaturas de 70 e 80°C, praticamente proporcionaram equilíbrio higroscópico em 4 dias.

A redução da umidade da semente a abaixo de 5% se processa lentamente até alcançar teores mínimos de 1,8%. Isso se explica com base na afirmação de LASSERAN (1979), que a água nesses níveis encontra-se fortemente ligada aos colóides, sendo difícil sua remoção. Ressalta-se que sementes submetidas a 60°C por 7 e 10 dias e a 70°C por 4 e 7 dias apresentaram umidades entre 3 e 3,5%.

TABELA 1. Umidade de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas por 7 dias e armazenadas por 5 meses na cidade de Pelotas, UFPel, 1993.

Período\Temperatura	S/CALOR	50°C	60°C	70°C	80°C
Umidade (%)					
Zero (0) mês	12,8	5,0	3,7	3,0	1,8
3 meses	12,5	12,2	11,2	11,0	10,8
5 meses	13,3	13,3	12,9	12,6	12,5

TABELA 2. Umidade de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas e diferentes tempos de exposição. UFPel, Abril, 1994.

Exposição\temperat.	S/CALOR	50°C	60°C	70°C	80°C
umidade (%)					
4 dias	13,3	5,3	4,2	3,1	2,0
7 dias	13,3	4,9	3,5	3,0	1,9
10 dias	13,3	3,8	3,0	2,8	1,8

4.2 - Temperatura de massa de sementes

A temperatura da massa de sementes (Tabela 3) se elevou rapidamente durante o tratamento com calor seco, alcançando o equilíbrio com a temperatura do ar. Após 4 horas de exposição ao calor as sementes apresentaram temperaturas da massa próximas às pré-estabelecidas para os tratamentos. Quando expostas a 50 e 60°C a diferença foi de apenas 2°C e quando expostas a 70 e 80°C foi de 6°C. Após 7 horas de exposição, as sementes já estavam em equilíbrio com a temperatura do ar.

TABELA 3. Temperatura de massa de sementes de arroz submetidas à diferentes temperaturas de ar. UFPel, Abril, 1994.

	Temperatura do ar							
	50°C		60°C		70°C		80°C	
Exposição (horas)	4	7	4	7	4	7	4	7
Temperat.Mas.S. (°C)	48	50	58	60	64	70	74	80

4.3 - Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas

4.3.1. - Efeito latente da temperatura durante o armazenamento

Os efeitos na germinação e vigor das sementes de arroz submetidas a altas temperaturas por 7 dias são apresentados nas Figuras 1 e 2. Os resultados mostram interação significativa ($P=0,01$), entre temperaturas e período de armazenamento, quando este se estende por 12 meses. Dessa forma, os efeitos foram desdobrados para analisar-se a conduta de períodos de armazenamento dentro de cada temperatura.

As sementes submetidas a temperaturas de 50 e 60°C por 7 dias não mostraram declínio em sua germinação durante os 12 meses de armazenamento, apresentando conduta similar às sementes não submetidas ao calor. Por outro lado, a temperatura de 70°C afetou a germinação das sementes, a qual, logo após o tratamento apresentava-se acima de 80%. Entretanto, a mesma foi decrescendo linearmente ao redor de 1 ponto percentual por mês, enquanto a temperatura de 80°C reduziu drasticamente a germinação das sementes de arroz, as quais, logo após a aplicação do tratamento, apresentavam 40% e declinou ao redor de 2,5 pontos percentuais por mês.

Em relação aos efeitos no vigor das sementes submetidas a altas temperaturas, os mesmos foram similares aos ocorridos com a germinação, entretanto diferenciaram-se em relação a intensidade dos mesmos (Figura 2), como era previsto, pois o teste de vigor,

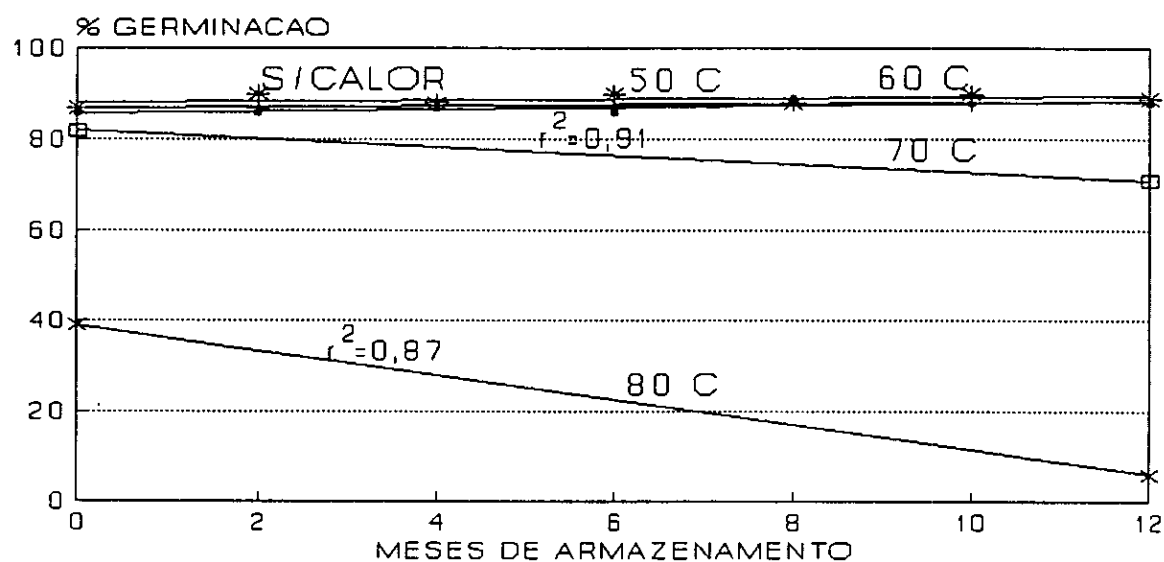


FIGURA 1. Germinação de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas por 7 dias. UFPel.

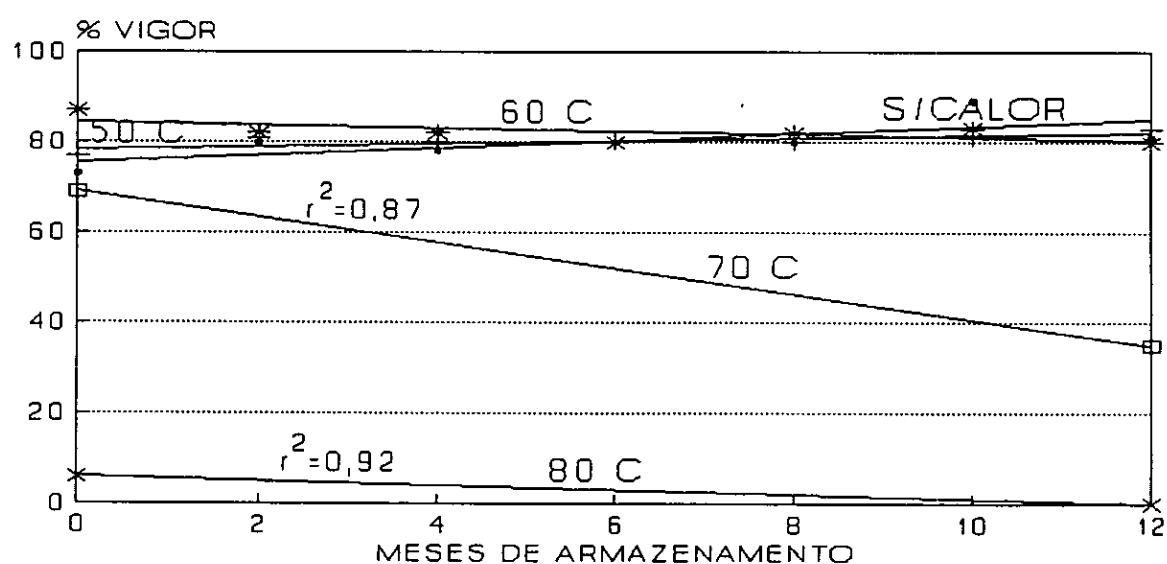


FIGURA 2. Vigor de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas por 7 dias. UFPel.

utilizado neste trabalho, submete as semente a condições adversas.

O vigor das sementes submetidas a 50 e 60°C foi similar às não expostas ao calor, apresentando percentual acima de 80%, inclusive até um ano de armazenamento. Entretanto, a temperatura de 70°C reduziu o vigor para 70% já logo após o tratamento e seguiu reduzindo ao redor de 3,5 pontos percentuais por mês durante o ano de armazenamento. Por outro lado, a temperatura de 80°C reduziu o vigor das sementes para menos de 10%, após o tratamento e sendo praticamente zero no final de 12 meses de armazenamento. Salienta-se que a temperatura de 80°C por 7 dias afetou drasticamente a germinação das sementes, reduzindo o seu percentual para menos de 40% logo após o tratamento (Figura 1).

Todavia, mesmo sendo este percentual baixo, ele nos informa que algumas sementes não foram afetadas pela alta temperatura.

Ressalta-se que a relação entre os efeitos de alta temperatura e período de armazenamento foi estreita, apresentando para todas as relações, coeficiente de determinação acima de 0,85 em tendência linear.

4.3.2. - Efeitos de temperatura e tempo de exposição

Em função dos resultados das temperaturas durante o armazenamento, conduziu-se um segundo trabalho envolvendo as mesmas temperaturas, entretanto submetendo as sementes a diferentes tempos de exposição. A análise foi logo após os tratamentos e aos 6 meses de armazenamento.

TABELA 4. Germinação de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas e diferentes tempos de exposição. Efeitos imediatos. UFPel, Abril, 1994.

Temperatura	Tempo de exposição (dias)					
	4		7		10	
	Germinação (%)					
50°C	92	a	93	a	93	a
60°C	92	a	92	a	92	a
70°C	91	a	91	a	91	a
80°C	82	b	60	c	34	c
s/calor	80	b	80	b	80	b

CV = 9.6%

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Duncan (5%)

TABELA 5. Germinação de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas e tempos de exposição, após 6 meses de armazenamento. UFPel, Outubro, 1994.

Temperatura	Tempo de exposição (dias)					
	4		7		10	
	Germinação (%)					
s/calor	90	a	90	a	90	a
50°C	92	a	90	a	89	a
60°C	90	a	90	a	86	a
70°C	90	a	90	a	86	a
80°C	77	b	39	b	20	b
CV. =9,3%						

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Duncan (5%).

A análise estatística mostrou que a interação temperatura e tempos de exposição foi significativa tanto para a germinação como para o vigor. Dessa forma, os efeitos dos tratamentos foram desdobrados, apresentando as médias de temperaturas dentro de cada tempo de exposição, em forma de tabela, e comparadas estatisticamente pelo teste de Duncan. A tendência do efeito das temperaturas em função dos tempos de exposição é apresentada em forma de figuras.

O efeito imediato das altas temperaturas na germinação das sementes de arroz encontra-se na Tabela 4. Com 4 dias de exposição constata-se que as temperaturas de 50, 60 e 70°C não afetaram a qualidade das sementes, enquanto à 80°C houve um decréscimo significativo da germinação.

Salienta-se que os tratamentos foram aplicados às sementes um mês após colhidas, apresentando ainda dormência e esta é a razão por que, as sementes que não foram submetidas a altas temperaturas apresentam um percentual de germinação de apenas 80%, enquanto os outros tratamentos alcançaram mais de 90%, excepto a temperatura de 80°C (Tabela 4).

A exposição das sementes por 7 e 10 dias apresentou efeitos imediatos similares aos de 4 dias, com a diferença da temperatura de 80°C que mostram efeitos cada vez mais drásticos, conforme aumentou o tempo de exposição.

O efeito das altas temperaturas sobre a germinação após 6 meses de armazenamento, mostra que de 50, 60 e 70°C não há diferença estatística em relação as sementes que não foram expostas e esse estresse, enquanto a 80°C o efeito já apresentava uma

TABELA 6. Vigor de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas e tempos de exposição (efeitos imediatos). UFPel, Abril 1994.

Temperaturas	Tempo de exposição (dias)					
	4		7		10	
	Germinação (%)					
s/calor	64	bc	64	b	64	b
50°C	67	bc	83	a	85	a
60°C	73	ab	87	a	76	ab
70°C	84	a	82	a	71	ab
80°C	51	c	20	c	5	c

CV. =13,4%

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Duncan (5%).

TABELA 7. Vigor de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas e tempos de exposição, após 6 meses de armazenamento (efeito latente). UFPel, Outubro, 1994.

Temperaturas	Tempo de exposição (dias)					
	4		7		10	
	Germinação (%)					
s/calor	81	a	81	a	81	a
50°C	84	a	83	a	82	a
60°C	79	a	79	a	73	ab
70°C	77	a	76	a	66	b
80°C	48	b	15	b	2	c

CV. =10,8%

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Duncan (5%).

redução significativa na germinação (Tabela 5). Entretanto, esse efeito somente foi detectado à temperatura de 80°C, pois a outras temperaturas o estado de dormência da semente está envolvido.

Destaca-se que o teste de vigor submetendo as sementes embebidas a baixas temperaturas faz com que, caso as sementes tenham dormência a mesma se manifeste com mais intensidade pois, enquanto na germinação o percentual de sementes dormentes ficou ao redor de 12%, no vigor esse percentual alcançou 28% (Tab. 4 e 6).

A exposição das sementes por 4 dias a 70°C supera completamente a dormência das sementes, sem afetar seu vigor, enquanto as outras temperaturas necessitam no mínimo de 7 dias de exposição (Tabela 6). Essa informação é importante nos testes de dormência realizados em laboratórios, os quais as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992) prescrevem 50°C por 4 dias, entre outros métodos de superação de dormência para sementes de arroz.

O efeito das altas temperaturas sobre o vigor em sementes de arroz armazenadas por 6 meses (Tabela 7) foi similar ao efeito imediato com duas diferenças. A primeira, as sementes não apresentaram mais dormência e outra, a exposição por 10 dias à 70°C afetou de forma significativa o vigor das sementes, o que não ocorre com outras temperaturas, bem como quando as sementes foram avaliadas logo após a aplicação dos tratamentos.

A tendência do efeito das temperaturas em função do tempo de exposição é apresentada nas figuras 3, 4, 5 e 6. O efeito imediato na qualidade fisiológica (Figuras 3 e 4) das temperaturas de 50°C a 70°C apresenta uma relação linear crescente com o tempo de

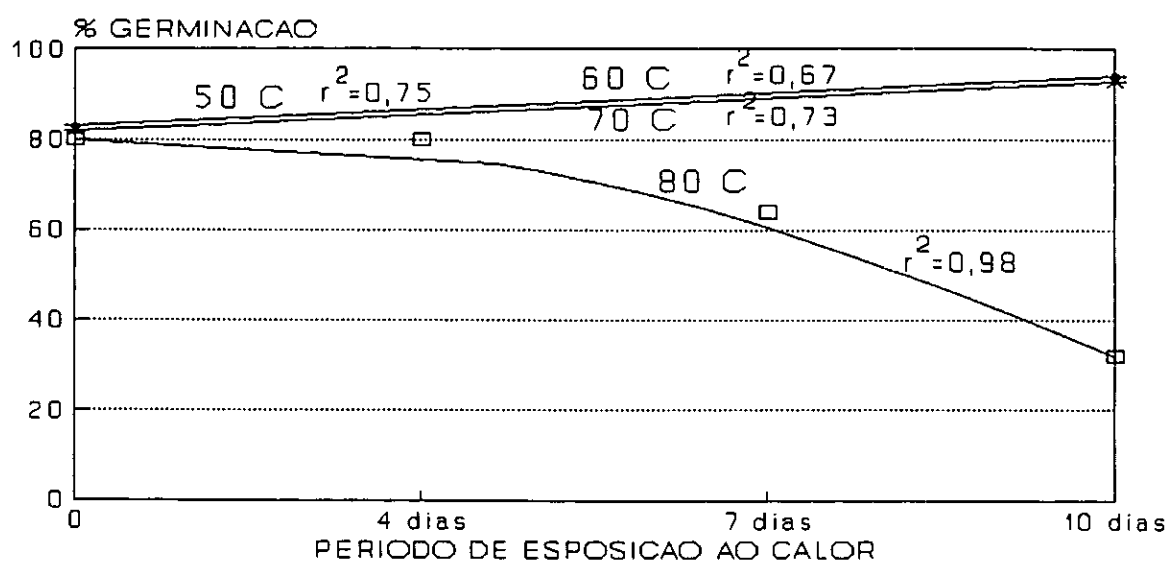


FIGURA 3. Germinação de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas e diferentes tempos de exposição (efeitos imediatos). UFPel, Abril, 1994.

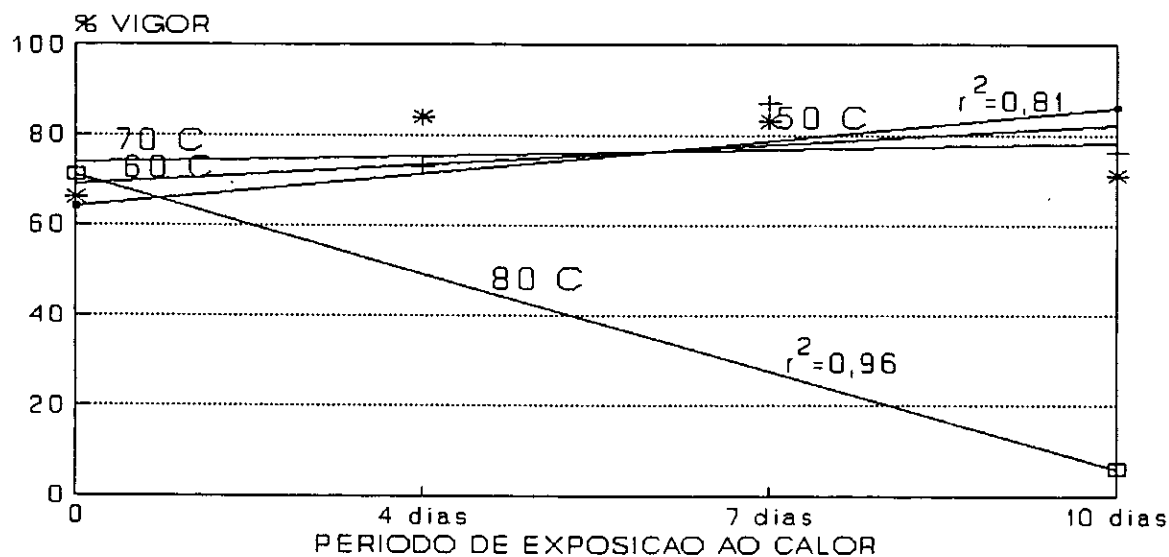


FIGURA 4. Vigor de sementes de arroz submetidas a altas temperatura e diferentes tempos de exposição (efeitos imediatos). UFPel, Abril, 1994

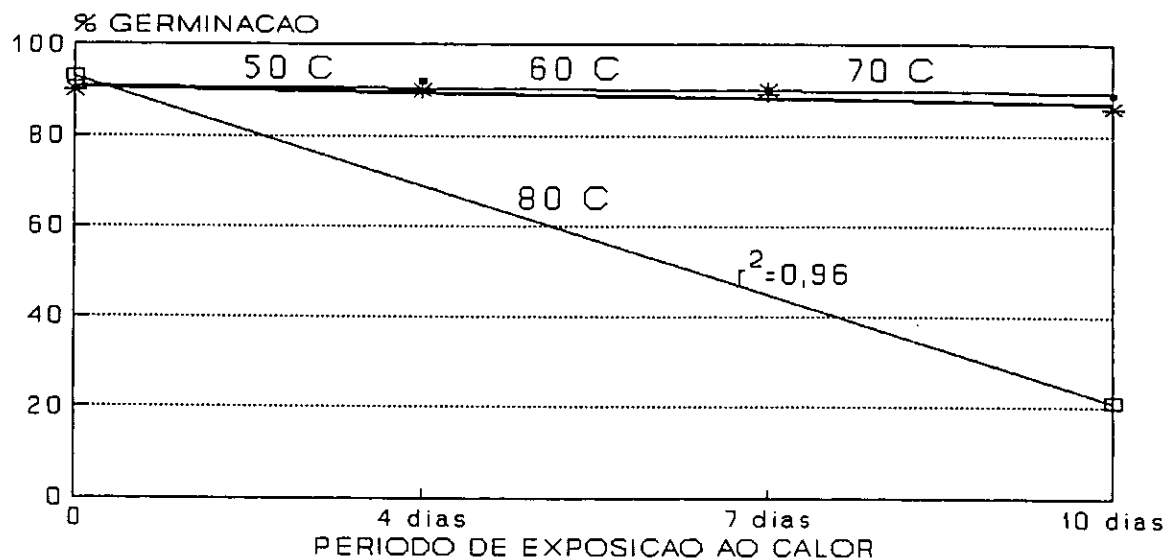


FIGURA 5. Germinação de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas e diferentes tempos de exposição (efeitos latentes), aos 6 meses de armazenamento. UFPel, Outubro, 1994.

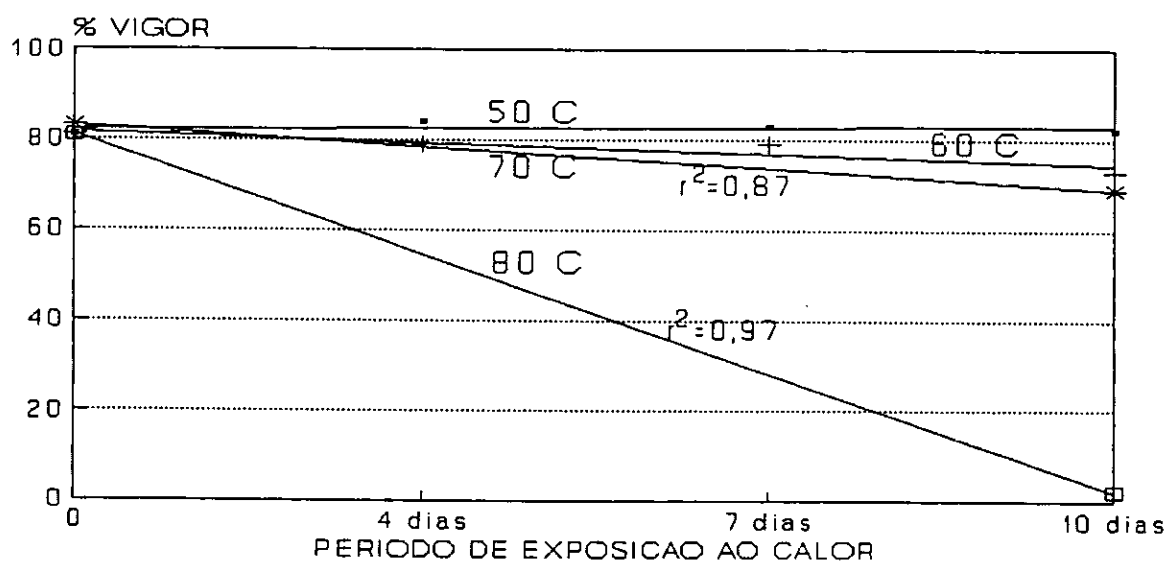


FIGURA 6. Vigor de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas e diferentes tempos de exposição (efeitos latentes), aos 6 meses de armazenamento. UFPel, Outubro, 1994.

exposição. Isso é explicado pelo estado de dormência e tolerâncias das sementes a essas temperaturas, enquanto a 80°C, apresenta uma relação quadrática para a germinação onde, até 4 dias, praticamente as sementes não foram afetadas; entretanto para exposição maior e em relação ao vigor os efeitos detrimenais foram altos.

Em relação ao efeito latente (figuras 5 e 6), a temperatura de 80°C realmente afetou a qualidade fisiológica das sementes, onde a germinação diminuiu 50 pontos percentuais quando o tempo de exposição aumentou de 4 para 10 dias.

Destaca-se a temperatura de 70°C que apresenta o limite de tolerância das sementes, pois conseguiu detectar um pequeno decréscimo (10%) no vigor das sementes em relação a controle, conforme aumenta o tempo de exposição até 10 dias, quando avaliadas 6 meses após a aplicação do calor (Figura 6).

4.4 - Qualidade sanitária das sementes

Os patógenos detectados nos testes de sanidade de sementes de arroz foram: *Alternaria* spp., *Phoma* spp., *Gerlachia oryzae*, *Curvularia* spp. e *Nigrospora oryzae* (Figuras 7, 8, 9, 10 e 11). Observando as figuras, pode-se constatar que a temperatura de 80°C durante 10 dias controlou totalmente os fungos encontrados nas sementes, apesar de afetar a sua qualidade fisiológica.

Para *Alternaria* spp. (Figura 7) pode-se observar que, com 4 dias de exposição ao calor, mesmo a temperatura baixa, de 50°C,

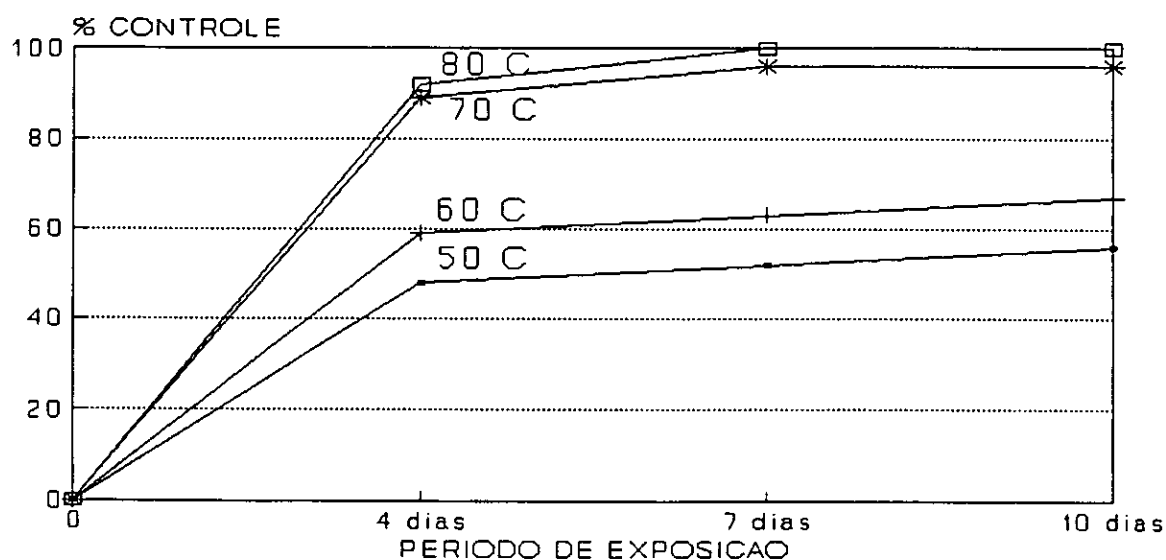


FIGURA 7. Controle de *Alternaria* spp. em sementes de Arroz tratadas com calor seco. UFPel, 1994.

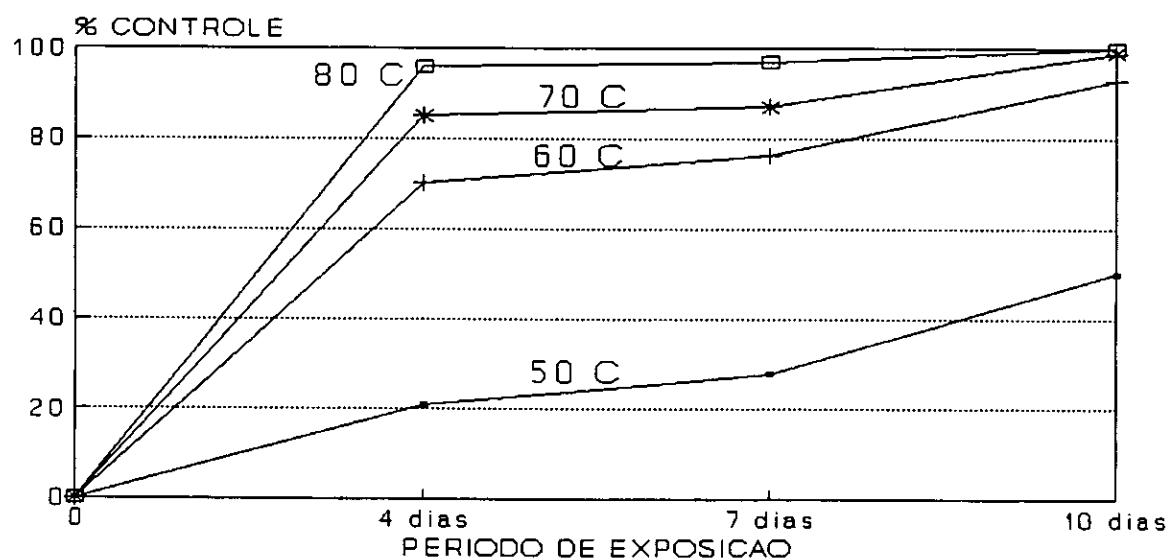


FIGURA 8. Controle de *Phoma* spp. em sementes de arroz tratadas com calor seco. UFPel, 1994.

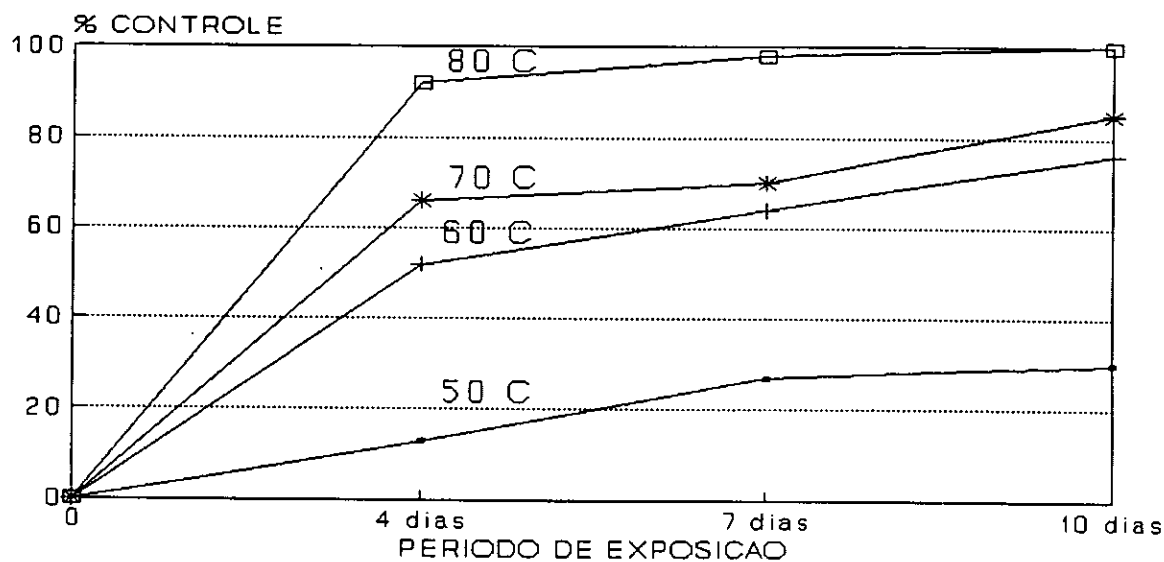


FIGURA 9. Controle de *Gerlachia oryzae* em sementes de arroz tratadas com calor seco. UFPel, 1994

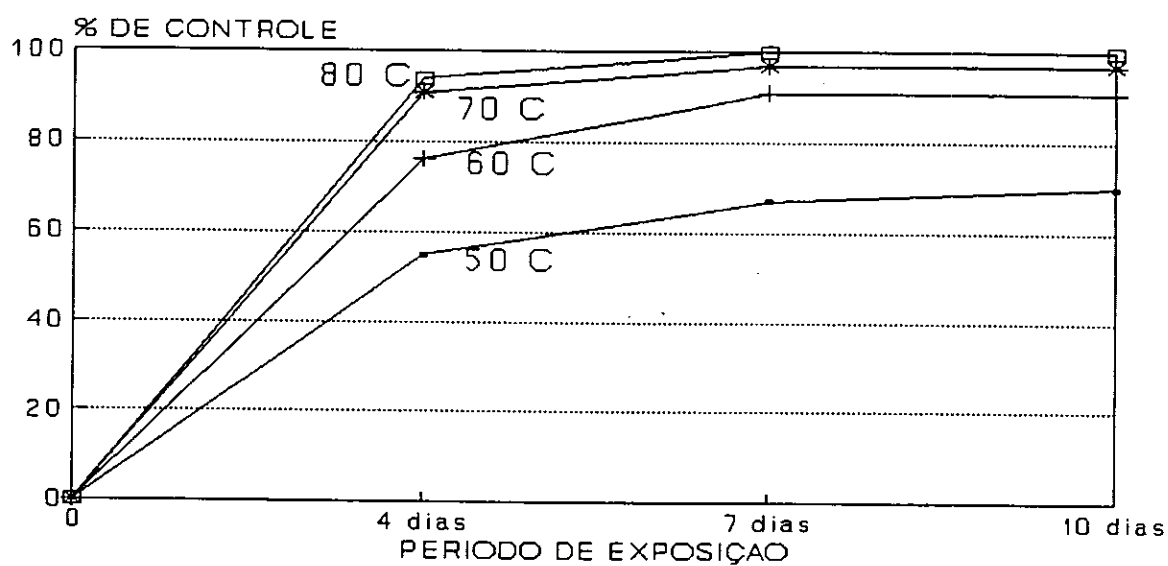


FIGURA 10. Controle de *Curvularia* spp. em sementes de arroz tratadas com calor seco. UFPel, 1994

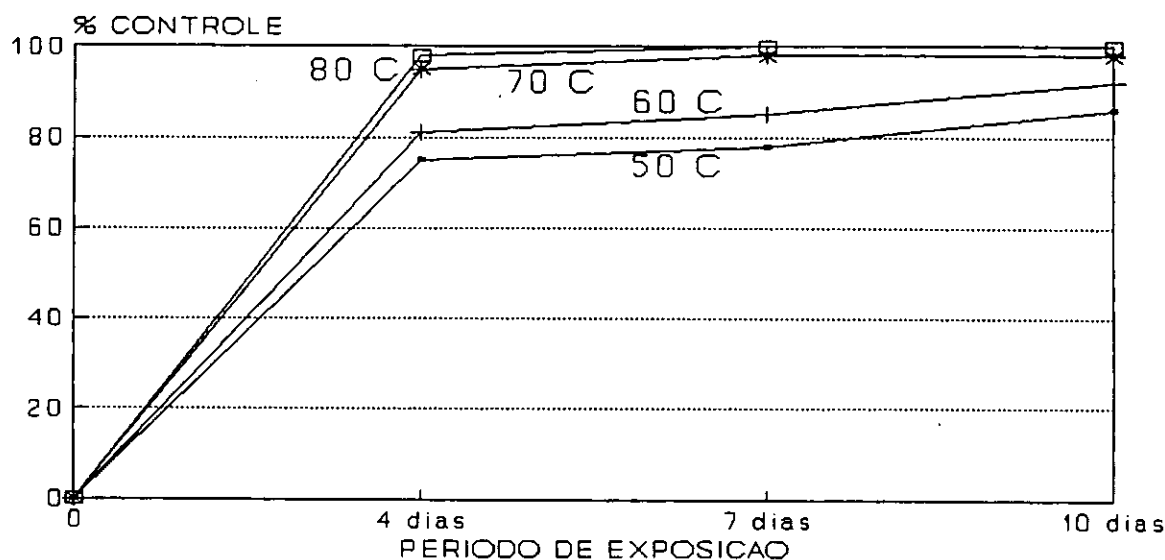


FIGURA 11. Controle de *Nigrospora oryzae* em sementes de arroz tratadas com calor seco. UFPel, 1994.

controlou ao redor de 50% a incidência, enquanto a 70 e 80°C, o controle aumentou para mais de 90%. Aumentando o tempo de exposição para 7 dias, o controle foi total. Resultados similares foram constatados para *Curvulária* spp. (Figura 10) e *Nigrospora* spp. (Figura 11).

Em relação à *Phoma* spp. (Figura 8), a temperatura de 50°C não foi efetiva. Mesmo com 10 dias de exposição o controle foi de 50%, entretanto temperaturas mais altas controlaram o patógeno.

O microrganismo mais resistente a altas temperaturas foi o *Rhynchosporium* spp. (Figura 9). A 70°C por 7 dias controlou 70%, enquanto que com essa temperatura em outros microrganismos o controle foi igual ou mais de 90%.

5 - DISCUSSÃO GERAL

A termoterapia para sementes de arroz é um processo que se mostrou eficiente para certos microorganismos como *Alternaria* spp., *Curvularia* spp., *Nigrospora* spp. e *Phoma* spp. e consiste, basicamente, em duas etapas. A primeira, em secar as sementes até 12-13% de umidade, utilizando temperaturas do ar que não aqueçam as sementes a mais de 42°C (LUZ & PESKE, 1988) e a segunda, aquecer as sementes com ar a 70°C por 10 dias, embora se registre pequena redução de vigor das plântulas. Na segunda etapa a umidade das sementes decresce de 12-13% a 3,0%, devido à baixíssima umidade relativa do ar (5-10%). O processo na segunda fase afeta ligeiramente a qualidade fisiológica das sementes, a qual pode ser considerado como um efeito colateral cujo objetivo principal que é controlar os microorganismos.

A eficiência do processo de termoterapia deve-se ao fato das sementes, uma vez submetidas a temperatura de 70°C por 10 dias, praticamente não perderem sua qualidade fisiológica durante pelo menos 6 meses (se o estresse for aplicado por 7 dias o armazenamento poderá ser prolongado por um ano) e os microorganismos

associados a sementes são eliminados ou controlados em sua grande maioria, excepto para *Gerlachia oryzae*.

O processo de termoterapia para sementes de arroz desenvolvido neste trabalho conseguiu determinar temperaturas que são letais, não somente aos microrganismos, como também às sementes e o seu aperfeiçoamento será bem-vindo para alcançar-se uma metodologia que elimine todos os microrganismos e não afete a qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento. Neste sentido, sugerem-se as seguintes modificações no processo:

- 1- Secar com temperaturas que não aqueçam as sementes a mais de 43°C até níveis de umidade de 5-6%, pois quanto mais baixo o grau de umidade das sementes maior é a temperatura que elas suportam (SOAVE & MORAES, 1987);

- 2- Uma vez as sementes com 5-6% de umidade, submetê-las a temperaturas de 80°C por até 30 dias. Essas sugestões são baseadas na constatação de que, quanto mais baixo o teor de umidade das sementes maior é sua resistência a altas temperaturas (AGUIRRE & PESKE, 1992).

A exposição das sementes a altas temperaturas também é recomendada para a superação de dormência em sementes de arroz (BRASIL, 1992). Neste trabalho evidenciou-se que a temperatura de 50°C por 4 dias, quando as sementes são expostas, a prior, à condições adversas, não é suficiente para apresentar superação total da dormência, sendo necessário prolongar o tratamento até 10 dias ou elevar a temperatura de exposição até 70°C por 4 dias ou ainda 60°C por 7 dias de exposição. Ressalta-se que a dormência apresentada pelas sementes neste trabalho foi pouco profunda e,

considerando, que há diferenças de profundidade de dormência entre cultivares e, em uma mesma cultivar, dependendo de quanto tempo após a colheita é realizado o teste. Evidenciou-se que temperaturas mais altas e tempos de exposição mais prolongados devem ser utilizados para a completa superação da dormência das sementes de arroz.

A condição mais drástica para as sementes de arroz foi a exposição a 80°C por 10 dias. Entretanto, mesmo assim um percentual ao redor de 40% permaneceu viável, produzindo plântulas normais, enquanto que os microrganismos encontrados nas sementes morreram todos. Dessa maneira, evidenciou-se que há possibilidades de se identificar um processo envolvendo altas temperaturas que não afete as sementes e atinja os microorganismos.

6 - CONCLUSÕES

Perante os resultados obtidos neste estudo, chegou se as seguintes conclusões:

1) O melhor desempenho das sementes de arroz no processo de termoterapia ocorre nas condições de 70°C por 10 dias de exposição sem afetar a sua germinação por 6 meses.

2) Sementes de arroz podem ser secas até 3% de umidade, sem que sua qualidade fisiológica seja afetada.

4) 80°C por 10 dias são condições letais para *Alternaria* spp., *Phoma* spp., *Curvularia* spp., *Geralchia oryzae* e *Nigrospora oryzae*; e para a maioria das sementes de arroz.

7 - BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE, R. & PESKE, S.T. Manual para el beneficio de semillas. 2. ed. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia: CIAT, 1992. 217p.
- AMARAL, A.S. & GONÇALO, J.F. Dormência em sementes de arroz. Porto Alegre: Lavoura Arrozeira, 30(301), p.35-7, 1977.
- AMARAL, A.S. & SILVA, A.M.V. Superação de dormência em sementes de arroz. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 13. Anais... Florianópolis (SC): EMPASC, p.351-4, 1984.
- AMARAL, H.M. Testes de sanidade de sementes de arroz. In: Patologia de Sementes. Soave, Jaciro ed., Campinas: Fundação Cargill, 1987, xiv. 480p.
- Association of Official Seed Analysts, AOSA. Seed vigor testing handbook. Contribution No. 32, 1983. 88p.
- BAKER, K.F. Seed Pathology. In: KOSŁOWSKI, T.T. Seed Biology. New York: Academic Press. 1972. p.318-417.
- BARBOSA, R. Secagem e aeração de grãos. Curso sobre silos e armazéns. Pelotas: CETREISUL-DANV da FAEM, Universidade Federal de Pelotas (RS), Brasil, 1977. p.81-96.
- BELLETTI, P. & TAMIETTI, G. Use of dry heat in the treatment of beans seed infected by *Pseudomonas phaseolicola*. Informatore Fitopatológico. 32(5): 59-61, 1972.
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. Physiology and biochemistry of seed in relation to germination. Berlim: Springer-Verlag ed., v.2, 1982, 375p.
- BOYD, A.H. Heated air drying of soybeans (Glycine max (L) Merrill). Dissertation Ph.D. Mississippi, Mississippi State University, 1974. 90p.

- BRASIL. Ministério de Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Produção Vegetal - Divisão de Sementes e Mudas. Regras para Análise de Sementes. 1992. 355p.
- BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. Drying Cereal Grains. westport, The AVI Publishing Company, 1978. 265p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Rice Program 1986-1989 Report. Working Document n.92. Cali, Colombia: viii, 1991. 404p.
- COPELAND, L.O. Seed and seedling vigour. In: PRINCIPLES OF SEED SCIENCE AND TECHNOLOGY. Minneapolis: p.149-184. 1976.
- ESTEVES, M.C.F.; COELHO, R.C.; LIBERAL, H.O.T.; DORTA, A.M.C. Efeito da termoterapia em sementes de Quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 13. Resumos... Rio de Janeiro: SOB, 1983. p.64.
- FRAGA, A.C. Dormência de Sementes. Informe Agropecuário. Belo Horizonte: 8(91), p.62-4, 1982.
- HARRINGTON, J.F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T.T. Seed Biology. New York: Academic Press, 1972. v.3. p.145-245.
- HUNT, W.H. & PIXTON, S.W. Moisture - Its significance, behavior and measurement. In: CHRISTENSEN, C.M. Storage of cereal grains and their products, 2. ed., Minnesota: American Association of cereal Chemists, 1974. v2. p.1-55.
- KUNYIASU, K. Seed transmission of *Fusarium wilt* bottle gourd (*Lagenaria siceraria*), used as rootstock of watermelon. Journal Agricultural Research Q. 14(3): 157-62, 1980.
- LASSERAN, J.C. Princípios gerais de secagem. Viçosa: Revista Brasileira de Armazenamento 4(1): 17-46, 1979.
- LUZ, C.A.S. da. & PESKE, S.T. Secagem de arroz em secador intermitente lento. In: Revista Brasileira de Sementes. Brasília: ABRATES, DF - Brasil, 10(2) 1988, p103-114.
- MACHADO, J. da C. Introdução à Patologia de Sementes. In: Patologia de Sementes. Soave, Jaciro ed., Campinas, Fundação Cargill, 1987 xiv, 480p.
- MAJUNDER, M.K., SESHU, D.V. & SHENOY, V.V. Abioquimical screening technique for cold tolerance in rice. Crop Science, 29(5), p.1298-304, 1989.
- MCDONALD JR, M.B. A review and evaluation of seed vigour tests. Proc. Association of Official Seed Analysts, 65, p.109-39, 1975.
- MOFFETT, M.L. & WOOD, B.A. Seed treatment for bacterial spot of pumkin. Plant Disease Reporter, 63(7): 537-8, 1979.

- MUNIZ, M.F.B. Controle de microrganismos associados à sementes de tomate (Lycopersicon esculentum L.) através do calor seco. Brasil, Pelotas. 1990, 59p. (Dissertação de Mestrado - UFPel).
- MURTHY, P.S.S.; BABU, M.D.; PRASAD, S.S.R. Seed dormancy in rice varieties. IRRN, 11(2): 2, 1986.
- NAKAMURA, H. Effects of dry heat treatment for seed disinfection on germination in vegetables. Journal Agricultural Research O. 15(4): 243-7, 1982.
- NEERGAARD, P. Seed Pathology. London, Mac Millan press Ltd. 2V., 1977. 1187p.
- NEERGAARD, P. Seed Pathology. England. The Mac Millan Press, 1979. 2v. 1191p.
- PESKE, S.T. Programa de Sementes In: SIMPÓSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO DO PROGRAMA DE SEMENTES DO RS, Anais... DFT-FAEM-UFPEL, Pelotas: Brasil, 1988. 106p.
- PESKE, S.T. Secado de semillas. In: Tecnologia de Semillas. Ed. UFPel/Livraria Mundial, 1992. 62p.
- PETERS, A.C. Avaliação de testes de vigor de sementes de arroz (Cv. BR IRGA 414) e suas relações com a emergência a campo. Brasil, Pelotas, 1992 (Dissertação de Mestrado - UFPel).
- PIGLIONICA, V.; SINISCALCO, A. & GIGANTE, F. Heat treatment of maize kernels externally infected by *Fusarium moniliforme*. Agricultural Abstracts. 1(2): 57, 1978.
- PINHEIRO, S.; AURVALLE, A.; GUAZELLI, F. Agropecuária sem veneno, 2. ed., Porto Alegre: LPM 128p.
- POLLOCK, B.M. & ROOS, E.E. Seed and seedling vigour. In: KOZLOWSKI, T.T. Seed Biology. Chapter 6. vol.I, p.313-387, 1972.
- PUZZI, D. Determinação de teores de umidade dos grãos. In: PUZZI, D. Manual de armazenamento de grãos: armazéns e silos. São Paulo: ed. Agronomia Ceres, 1977. p.157-247.
- ROSA, O.S. Temperaturas recomendadas para a secagem de sementes de trigo e arroz utilizando o método intermitente. In: QUINTO SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMENTES. Maracay: Anais... Venezuela, 1966. 27p.
- SESHU, D.V. & SORRELIS, M.E. Genetic studies on seed vigour in rice. In: RICE GENETICS. International Rice Research Institute. Philippines: 369-384, 1986.

- SESHU, D.V.; KRISHNASAMY, V. & SIDDIQI, S.B. Seed vigour in rice. In: RICE SEED HEALTH. International Rice Research Institute, Philippines: p. 315-329, 1988.
- SESHU, D.V. & DADLANI, M. Mechanism of seed dormancy in rice. Seed Science Research, 1, p.187-94, 1991.
- SHARMA, S.R. & VARMA, A. Effect of heat treatment of infected seeds and granular application of insecticide on field spread of Cowpea Bandin Mosaic and Seed Yield of Cowpea. In: Journal Turkish Phytopathology, 12(2-3): 103-11, 1983.
- SHEKHAWAT, M.L.J. & CHAKRAVARTI, B.P. Detection and seed transmission of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* causing black root of cabbage and cauliflower and its control by seed treatment. Indian Phytopathology, 35(3): 442-7, 1982.
- SIVARAN, D. Hot water treatment of crucifer seed. Malaysian Agricultural Journal, 52(3): 228-39, 1980.
- SOAVE, J. & MORAES, S.A. Medidas de controle das doenças transmitidas por sementes In: Patologia de Sementes. Soave, Jaciro, ed. Campinas: Fundação Cargill, Brasil, 1987 xiv. 480p.
- SMIDERLE, O. Qualidade física e fisiológica de sementes de arroz, submetidas ao ataque de insetos durante o armazenamento. Pelotas, 1994. 48p. (Dissertação de Mestrado - UFPEL).
- TANAKA, M.A.S. Importância de utilização de sementes sadias. Belo Horizonte: Informe Agropecuário. 8(91): 31-34, 1982.
- UDIN, S.N. & SOEJADI. Predrying and Soaking of IR64 rice seeds as an effective method for overcoming dormancy. Seed Science and technology, 19, n.207-13, 1991.
- VALLE, J.C.G. del, Efeitos do retardamento da secagem de sementes de arroz bluebelle (Oryza sativa L.) sobre a qualidade fisiológica. Pelotas, 1978 56p. (Dissertação de Mestrado - UFPel).
- VEGA, C.R. Efeito do Método de Secagem sobre a Qualidade da Semente de Arroz (Oryza sativa L.). Pelotas, 1989. 123p. (Dissertação de Mestrado - UFPel).
- VIEIRA, S.N. Efeito de compostos fenólicos na dormência de sementes de arroz (Oryza sativa L.) e eficiência de tratamentos pré-germinativos. Lavras, 1991. 54p. (Dissertação de Mestrado - Escola Superior de Agricultura de Lavras).
- VILLELA, F.A. Efeitos de secagem intermitente sobre a secagem de sementes de milho. Piracicaba, 1991. 104p. (Tese de Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz").

YORINORI, J.T. Fatores que afetam resultados dos testes de sanidade envolvendo incubação. In: Patologia de Sementes. Soave, Jaciro ed. Campinas: Brasil, Fundação Cargill, 1987, xiv, 480p.

YOSHIDA, S. Fundamentals of rice crop science. The Internacional Rice Research Institute, Los Banos: Laguna, Philippines, 1981. 269p.

WETZEL, M.M.V.S. Fungos do Armazenamento. In: Patologia de Sementes. Soave, Jaciro ed. Campinas (RS), Brasil, Fundação Cargill, 1987, xiv, 480p.

8 - APENDICES

EQUAÇÕES DAS FIGURAS APRESENTADAS

OBSERVAÇÕES: Transformação das observações segundo ARCO SENOS DA RAÍZ QUADRADA DE Y/100.

FIGURA 1. Germinação(%) de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas por 7 dias. UFPel

Para:

sem calor^{ns}

50°C^{ns}

60°C^{ns}

70°C; $Y = 64,856 - 0,635X$ *

80°C; $Y = 38,432 - 2,035Y$ **

FIGURA 2. Vigor de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas por 7 dias. UFPel

Para:

sem calor^{ns}

50°C^{ns}

60°C^{ns}

70°C; $Y = 56,008 - 1,628X$ **

80°C; $Y = 14,698 - 0,917X$ **

FIGURA 3. Germinação de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas e diferentes tempos de exposição (efeitos imediatos). UFPel, Abril, 1994.

Para:

50°C; $Y = 65,3 + 1,077X$ *

60°C; $Y = 65,721 + 1,024X$ *

70°C; $Y = 64,879 + 0,976X$ *

80°C; $Y = 63,554 + 1,735X - 0,462X^2$ **

FIGURA 4. Vigor de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas e diferentes tempos de exposição (efeitos imediatos). UFPel, 1994.

Para:

$$50^{\circ}\text{C}; Y = 53,088 + 1,455X \quad **$$

$$60^{\circ}\text{C} \quad na$$

$$70^{\circ}\text{C} \quad na$$

$$80^{\circ}\text{C}; Y = 57,556 - 4,306X \quad **$$

FIGURA 5. Germinação de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas e diferentes tempos de exposição (efeitos latentes), aos 6 meses de armazenamento. UFPel, Outubro, 1994.

Para:

$$50^{\circ}\text{C} \quad na$$

$$60^{\circ}\text{C} \quad na$$

$$70^{\circ}\text{C} \quad na$$

$$80^{\circ}\text{C}; Y = 74,31 - 4,721X \quad **$$

FIGURA 6. Vigor de sementes de arroz submetidas a altas temperaturas e diferentes tempos de exposição (efeitos latentes), aos 6 meses de armazenamento. UFPel, Outubro, 1994.

Para:

$$50^{\circ}\text{C} \quad na$$

$$60^{\circ}\text{C} \quad na$$

$$70^{\circ}\text{C}; Y = 65,418 - 0,951X \quad **$$

$$80^{\circ}\text{C}; Y = 64,466 - 5,662X \quad **$$