



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**QUALIDADE DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO  
SUBMETIDAS A DIFERENTES TEMPERATURAS  
NA SECAGEM ESTACIONÁRIA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Leandro Lourenço Pasqualli**

**Santa Maria-RS, Brasil**

**2005**

**QUALIDADE DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO  
SUBMETIDAS A DIFERENTES TEMPERATURAS NA  
SECAGEM ESTACIONÁRIA**

**por**

**Leandro Lourenço Pasqualli**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia.**

**Orientador: Prof. Nilson Lemos de Menezes**

**Santa Maria-RS, Brasil**

**2005**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**QUALIDADE DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO SUBMETIDAS A  
DIFERENTES TEMPERATURAS NA SECAGEM ESTACIONÁRIA**

elaborada por  
**Leandro Lourenço Pasqualli**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Agronomia**

---

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Dr. Nilson Lemos de Menezes**  
(Presidente/Orientador)

---

**Dr. Ênio Marchezan** (UFSM)

---

**Dra. Angélica Polenz Wielewicki** (FEPAGRO-SM)

Santa Maria, 28 de junho de 2005.

**Pasqualli, Leandro Lourenço, 1978-**

**P284q**

**Qualidade de sementes de arroz irrigado submetidas a diferentes temperaturas na secagem estacionária / por Leandro Lourenço Pasqualli ; orientador Nilson Lemos de Menezes. – Santa Maria, 2005.**

48 f. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2005.

1. Agronomia 2. Oryza sativa L. 2. Armazenamento de sementes 3. Fissura da semente 4. Composição química 5. Arroz irrigado I. Menezes, Nilson Lemos de II. Título

CDU: 633.18.03

Ficha catalográfica elaborada por  
Luiz Marchiotti Fernandes – CRB 10/1160  
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

---

© 2005

Todos os direitos autorais reservados a Leandro Lourenço Pasqualli. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Portugal, nº 1253 ap. 407, Bairro Higienópolis, Porto Alegre, RS, 90520-310.

Fone (051) 3337-1409; [lpasqualli@ricetec.com.br](mailto:lpasqualli@ricetec.com.br)

---

**“Um objetivo nada mais é do que um sonho com limite de tempo”.**

(Joe Griffith)

**Dedico a**  
Meus familiares.

---

## **Agradecimentos**

A Deus pela vida, saúde, oportunidades e força para perseverar.

A minha família, que sempre será a base de tudo que sou e serei.

Ao professor Dr. Nilson Lemos de Menezes, pela orientação, confiança, incentivo e amizade.

Aos professores Dr. Danton Camacho Garcia e Dr. Ênio Marchezan, pelo terno auxílio, disponibilidade, incentivo e amizade.

A Universidade Federal de Santa Maria por mais uma oportunidade concedida.

A CAPES pelo apoio financeiro, através da Bolsa de Estudos.

Aos funcionários do Laboratório de Sementes e a todos os funcionários do Departamento de Fitotecnia, pela ajuda e amizade, iniciada ainda no período de Graduação.

A minha esposa Julie, que sempre me ajudou nos períodos difíceis, tanto na vida acadêmica, quanto na pessoal.

A família Nunes pelo suporte concedido durante os cinco anos de graduação e os dois anos de mestrado.

A todos que me apoiaram, incentivaram, acreditaram em meu potencial e lutaram comigo, nas decisões importantes a que fui submetido ao longo da vida.

**Muito Obrigado!**

## SUMÁRIO

Lista de tabelas .....	viii
Lista de Figuras.....	ix
Resumo .....	x
Abstract .....	xii
1.0 Introdução .....	1
2.0 Revisão de literatura .....	3
3.0. Material e Métodos .....	11
4.0 Resultados e Discussão .....	13
5.0 Conclusões .....	29
Referências Bibliográficas .....	30



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Grau de umidade (%) das sementes no momento de colheita, após os tratamentos de secagem e após seis meses de armazenamento. Santa Maria-RS, 2003.....14
- Tabela 2 - Germinação (G), primeira contagem da germinação (PC), condutividade elétrica (CE), plântulas normais após os testes de frio (TF) e envelhecimento acelerado (EA), na média das quatro temperaturas de secagem para dois cultivares de arroz irrigado em dois momentos de avaliações. Santa Maria-RS, 2003.....17
- Tabela 3 - Tamanho, massa seca de plântula e comprimento de raiz para a média das quatro temperaturas estudadas para duas cultivares de arroz irrigado em dois momentos de avaliações. Santa Maria-RS, 2003.....18
- Tabela 4 - Massa seca, proteína bruta, fibra bruta e extrato etéreo das sementes de dois cultivares de arroz irrigado, na média das quatro temperaturas de secagem em dois momentos de avaliações. Santa Maria-RS, 2003.....25

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Percentual de fissuras nas sementes de arroz irrigado, dos cultivares IRGA 417 e IRGA 420 após secagem estacionária, sob diferentes temperaturas de secagem estacionária.....15
- Figura 2 - Germinação, primeira contagem, condutividade elétrica, comprimento total e de raiz e massa seca de plântula, envelhecimento acelerado e teste de frio das sementes de arroz irrigado da cultivar IRGA 417, submetidas a diferentes temperaturas de secagem estacionária em dois momentos de avaliações.....21
- Figura 3 - Germinação, primeira contagem, condutividade elétrica, comprimento total e de raiz e massa seca de plântula, envelhecimento acelerado e teste de frio das sementes de arroz irrigado da cultivar IRGA 420, submetidas a diferentes temperaturas de secagem estacionária em dois momentos de avaliações.....22
- Figura 4 - Massa seca, proteína bruta, fibra bruta e extrato etéreo das sementes de arroz irrigado da cultivar IRGA 417 submetidas a quatro temperaturas de secagem estacionária em dois momentos de avaliações.....27
- Figura 5 - Massa seca, proteína bruta, fibra bruta e extrato etéreo das sementes de arroz irrigado da cultivar IRGA 420 submetidas a quatro temperaturas de secagem estacionária em dois momentos de avaliações.....28

## **RESUMO**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Universidade Federal de Santa Maria

### **QUALIDADE DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO SUBMETIDAS A DIFERENTES TEMPERATURAS NA SECAGEM ESTACIONÁRIA**

AUTOR: LEANDRO LOURENÇO PASQUALLI  
ORIENTADOR: NILSON LEMOS DE MENEZES

Santa Maria, Junho de 2005

Para obtenção de sementes de arroz de alta qualidade, a colheita deve ser realizada próximo da maturidade fisiológica, com altos teores de água. Nesta situação, a operação de secagem é indispensável, porém, em função das temperaturas utilizadas, pode afetar a qualidade das sementes produzidas. O presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito de diferentes temperaturas na secagem estacionária sobre a qualidade física e fisiológica, bem como na composição química das sementes de arroz irrigado. Utilizaram-se sementes das cultivares IRGA 417 e IRGA 420, que foram colhidas com 23,3 e 24,6% de umidade. Formaram-se quatro lotes de cada cultivar (5kg), os quais foram secados pelo método estacionário, utilizando-se uma das seguintes temperaturas: 32, 38, 44 e 50°C. Após os tratamentos de secagem avaliou-se a qualidade física das sementes através do teor de água e da percentagem de fissuras. A qualidade fisiológica foi determinada através dos testes de germinação, primeira contagem, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, teste de frio, comprimento e massa seca de plântula. A composição química das sementes foi estudada através da determinação da massa seca, proteína bruta, fibra bruta e extrato etéreo das sementes. As avaliações foram efetuadas em dois momentos: após a secagem e depois de seis meses de armazenamento em ambiente não controlado, no município de Santa Maria-RS. Para a análise estatística dos resultados, utilizou-se o delineamento

experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, em arranjo fatorial (2 cultivares x 4 temperaturas). A comparação das médias foi efetuada pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, com aplicação complementar de regressão polinomial. As temperaturas de secagem, assim como as épocas de avaliações afetaram a qualidade das sementes. O aumento da temperatura na secagem estacionária, na faixa de 32 a 50°C, aumenta a percentagem de fissuras nas sementes de arroz irrigado. O período de armazenamento de seis meses, sem controle das condições ambientais reduz a qualidade fisiológica das sementes de arroz. A temperatura de 38°C, na secagem estacionária permite a expressão da qualidade das sementes, enquanto a temperatura de 50°C reduz o potencial fisiológico das mesmas

**Palavras-chave:** *Oryza sativa* L., fissuras, composição química, armazenamento de sementes.

**ABSTRACT**

Master Science Dissertation  
Program of Post Graduation in Agronomy  
Federal University of Santa Maria

**IRRIGATED RICE SEEDS QUALITY AFTER STATIONARY DRYING IN  
DIFFERENTS TEMPERATURES**

AUTHOR: LEANDRO LOURENÇO PASQUALLI

ADVISER: NILSON LEMOS DE MENEZES

Santa Maria June, 2005

Obtain rice seeds with high quality are necessary to make the harvest close to physiologic maturity, when the seeds showed high moisture. Then, drying process is considered necessary, nevertheless the drying temperatures are able to influence the seed quality. The work had the aim of studying the temperature effect on physic and physiologic quality and chemistry composition of rice seeds. Were used seeds from cultivar IRGA 417 and IRGA 420, which were harvest with moisture of 23.3 and 24.6 respectivament. Were created four lots to each cultivar (5kg) that were drying by stationary method, with one of these temperatures: 32, 38, 44 and 50<sup>0</sup>C. After each drying treatment was studied the physic quality by moisture content and fissuring percentage. Physiological quality was measured by germination test, first counting, electrical conductivity, accelerated ageing, cold test, length and dry mass of seedlings. The chemistry composition was determinate by dry mass, protein, fiber and etereo extract of seeds. The evaluations were making in two moments: after drying, and six month later, after storage under no controlled environmental conditions, in Santa Maria city-RS. Statistics analyses of the results were made through completely randomized experiment, with four repetitions in factorial scheme

(2 cultivars x 4 temperatures). The averages were compared with Tukey test with five percent of error probability, with application of polynomial regression when necessary. The drying temperatures, as well evaluations moments showed effect on seeds quality. With the increase of drying temperatures during stationary drying from 32 to 50<sup>0</sup>C, produce an increase of the fissuring percentage of the rice seeds. The storage period of six month under no controlled environmental conditions produce decreasing on physiological quality of rice seeds. The temperature of 38<sup>0</sup>C during the stationary drying permit the seeds quality expression, while the temperature of 50<sup>0</sup>C decreases the seeds physiologic potential.

**Key-words:** *Oryza sativa* L., fissuring, chemistry composition, seeds storage.

## 1.0 INTRODUÇÃO

A cultura do arroz desempenha papel estratégico em nível econômico e social nos países em que é produzida, nos cinco continentes.

O Brasil é o principal produtor de arroz fora do continente asiático, ocupando posição entre os dez maiores produtores mundiais, com cerca de 11 milhões de toneladas, e representando mais de 6,5% do valor bruto da produção agrícola nacional a partir do ano 2000.

No estado do Rio Grande do Sul, são cultivados anualmente cerca de 1 milhão de hectares, com produtividade média acima de  $5,5\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Embora represente 15% da área brasileira de arroz, o Rio Grande do Sul colabora com cerca de 50% da produção nacional do produto.

Uma das alternativas de melhoria da rentabilidade do cultivo de arroz é investir na formação de uma lavoura de qualidade, sendo que um dos insumos que mais influencia essa característica é a semente de alta qualidade, que pode ser expressa por atributos como pureza física e qualidade fisiológica. Para a obtenção de sementes de alta qualidade torna-se necessária colheita logo após a maturidade fisiológica, quando estas se encontram com alto teor de água. Sendo assim, o processo de secagem torna-se necessário imediatamente após a colheita, requerendo cuidados especiais no que diz respeito às temperaturas utilizadas no processo, pois temperaturas elevadas podem danificar membranas celulares e desnaturar proteínas, bem como causar fissuras, interferindo assim na qualidade física e reduzindo a qualidade fisiológica.

As sementes de arroz que são colhidas na época recomendada e secadas artificialmente apresentam qualidade em laboratório dentro dos padrões exigidos, porém a germinação/emergência, em campo, nem sempre é a mais elevada, requerendo correções na densidade de semeadura ou tratamentos pré-germinativos para a devida implantação da cultura.

O objetivo do trabalho foi estudar o efeito de diferentes temperaturas de secagem sobre a qualidade física e fisiológica, bem como na composição química das sementes de arroz irrigado dos cultivares IRGA 417 e IRGA 420.



## 2.0 REVISÃO DE LITERATURA

Em um programa de produção de sementes, busca-se a obtenção de sementes de alta qualidade, através de um adequado planejamento, desde a escolha do genótipo até o processo de comercialização das sementes.

A tecnologia para a produção de sementes de alto padrão de qualidade preconiza, genericamente, que a colheita seja o mais próximo possível da maturidade fisiológica.

A maturação das sementes é uma fase que compreende as transformações morfológicas, fisiológicas e funcionais, que se iniciam no momento da fertilização do óvulo e terminam com o acúmulo máximo de matéria seca (POPINIGIS, 1985). Esse estágio é definido como maturidade fisiológica e, considerado o momento em que as sementes desligam-se da planta-mãe, apresentando maior potencial de qualidade. É indicado, em geral, pela maior massa seca, germinação e vigor das sementes.

As sementes quando atingem a maturidade fisiológica apresentam teores de água acima de 30%, os quais não são compatíveis com a tecnologia disponível para a colheita mecânica (VILLELA & SILVA, 1992; MIRANDA et al., 1999).

A colheita de arroz irrigado para sementes é realizada com o teor de água em torno de 22% (MARIOT, 1983). Essa umidade é considerada alta para o armazenamento seguro das sementes, tornando-se necessária a secagem, que pode ser feita de forma natural ou artificial (LASSERAN, 1981; DALPASQUALE, 1983).

Dentre os métodos de secagem para sementes de arroz, destacam-se o estacionário e o intermitente, por serem os mais utilizados e recomendados (PESKE & BAUDET, 1984).

O método estacionário consiste basicamente em forçar o ar, aquecido ou não, através da massa de sementes, que permanece sem se movimentar. Essa secagem se caracteriza por ocorrer em sucessivas camadas, ou seja: a semente da primeira camada atinge o equilíbrio higroscópico com o ar de secagem; a semente da

segunda camada está perdendo água para o ar da frente de secagem; a semente da terceira camada permanece úmida por estar adiante da frente de secagem (BOYD et al., 1974; PESKE, 1992).

O aquecimento excessivo das sementes durante a secagem pode provocar danos como redução na percentagem e velocidade de germinação, produção de plântulas anormais, trincamentos internos, rompimento do tegumento e alteração da coloração (NELLIST & HUGHES, 1973). Os mesmos autores mencionam que a extensão dos danos depende da interação entre temperatura, tempo de exposição e teor de água das sementes. A alta temperatura do ar junto com recirculações da semente pelo sistema de secagem intermitente coloca em risco a qualidade fisiológica das mesmas (DORFMAN & ROSA, 1980; CAVARIANI & Baudet, 1982).

A secagem é um processo fundamental da tecnologia para a produção de sementes de alta qualidade, pois, permite a redução do teor de água em níveis adequados para o armazenamento, preserva as sementes de alterações físicas e/ou químicas, induzidas pelo excesso de umidade e torna possível a manutenção da qualidade inicial durante o armazenamento, possibilitando colheitas mais próximas da maturidade fisiológica (BAUDET et al., 1999).

Os princípios que regem a secagem estão fundamentados na existência de gradientes de pressões parciais de vapor de água entre as sementes e o ar de secagem. De acordo com as propriedades higroscópicas, o fluxo de vapor de água ocorre no sentido da maior para a de menor pressão parcial de vapor, assim o aquecimento do ar de secagem determina a redução da umidade relativa e, conseqüentemente, o aumento do potencial de retenção de água. A secagem de sementes mediante convecção forçada do ar aquecido estabelece dois processos que ocorrem simultaneamente: transferência da água superficial das sementes para o ar e o movimento de água do interior para a superfície das sementes, decorrente do gradiente hídrico entre essas duas regiões (VILLELA, 1991; MORAES, 1997).

A temperatura de secagem a ser levada em consideração é aquela mensurada na massa de sementes; assim, valores de 40.5 – 43.3°C são considerados como máximos, já que acima destes irão ocorrer danos às sementes (BROOKER et al., 1974).

A secagem pode, no início, ser conduzida com altas temperaturas do ar de secagem, desde que o processo de evaporação remova calor suficiente para que não ocorram mudanças na temperatura das sementes (BRANDENBURG et al.,

1961). Por outro lado, Harrington (1972) postulou que as sementes sofrem danos na secagem de maneira diferente, de acordo com o conteúdo inicial de água e ainda, quanto maior é o conteúdo de água na semente, menor deveria ser a temperatura empregada.

Durante o processo de secagem, as sementes sofrem diversas mudanças físicas, provocadas por gradientes de temperatura e umidade que ocasionam estresses hídricos e térmicos, expansão, contração e alterações na densidade e porosidade. O processo de secagem não aumenta o percentual de sementes quebradas, mas pode provocar fissuras internas ou superficiais, tornando as sementes mais suscetíveis à quebra durante o restante do beneficiamento (VILLELA, 1991).

O efeito da rápida remoção de água pelo emprego de temperaturas elevadas do ar de secagem, tem maior influência sobre o aumento de sementes quebradas do que a movimentação mecânica das sementes de arroz, durante a secagem intermitente (ROMBALDI & ELIAS, 1988).

A fissura não é uma ruptura superficial, mas resulta de uma expansão da superfície, devido à sorção de água por esta, seja do ambiente, do interior da semente ou de ambos. As fissuras ocorrem quando as células da superfície das sementes se tornam túrgidas, exercendo uma compressão, ou as células da região interna contraem-se e desenvolvem uma tensão sobre a porção interna, a partir de um gradiente de pressão decrescente na semente, após um período de secagem rápido. As sementes não sofrem fissuramento ao final da secagem, mas algum tempo após, porque as sementes parcialmente secas apresentam um gradiente de umidade, sendo necessário um certo tempo para que a diferença de potencial hídrico se anule. À medida que o gradiente decresce, as células externas expandem-se enquanto absorvem umidade das partes internas da semente e as células da porção central contraem-se, porque estão perdendo água para as células superficiais. Essa transferência de massa demanda algum tempo e parece ser esse período que transcorre entre o final da secagem e o início do fissuramento que continua até que o gradiente de umidade da semente se anule. O gradiente de umidade nas sementes parece ser o fator que causa a fissura e, portanto, em função das condições do ar de secagem, resultam diferentes gradientes de umidade (KUNZE, 1979).

Para se manter a integridade física das sementes (prevenção do fissuramento) torna-se necessário o processo de equalização, ou seja, submeter às sementes por um determinado período aquecidas para evitar o fissuramento (CNOSSEN et al., 2003). Durante a secagem de sementes de arroz, a percentagem de fissuras aumenta linearmente com o tempo de secagem (LUZ & PESKE, 1988).

Os danos causados por altas temperaturas de secagem podem não manifestar efeitos imediatos na germinação, contudo, após um período de armazenamento, o vigor das sementes pode sofrer reduções consideráveis (POPINIGIS, 1985).

A manifestação do dano térmico, causado pela secagem, quando imediato, pode ser verificado na germinação das sementes, pela ocorrência de plântulas anormais, redução na percentagem e velocidade de germinação, pela análise de fissuras internas, principalmente em arroz, ou superficiais em milho (HARRINGTON, 1972; NELLIST & HUGHES, 1973).

A qualidade fisiológica de sementes está relacionada com a capacidade desta desempenhar funções vitais, caracterizando-se pela germinação, vigor e longevidade e influencia diretamente na população inicial das plantas, refletindo-se no rendimento da cultura. As normas e padrões de produção de sementes para o Estado do Rio Grande do Sul estabelecem germinação mínima de 80% (Rio Grande do Sul, 2000). Juntamente com a germinação, o fator que determina um rápido e uniforme estabelecimento da população de plântulas no campo é o vigor, sendo considerado o atributo de qualidade que melhor expressa o desempenho das sementes, que não é possível detectar pelo teste de germinação (KRZYZANOWSKI & FRANÇA NETO, 1991).

A avaliação da qualidade das sementes deve ser realizada através do exame detalhado de amostras, mediante uma série de testes padronizados, para permitir maior grau de segurança na comparação dos resultados (MARCOS FILHO et al., 1987).

A viabilidade e o vigor são os principais parâmetros utilizados na avaliação da qualidade fisiológica das sementes (POPINIGIS, 1985). Sendo a viabilidade determinada, em primeiro lugar, pelo teste de germinação. Este teste refere-se à capacidade das sementes originarem plântulas normais sob condições favoráveis, que garantem a expressão de seu potencial. Por ser este teste realizado em condições ideais no laboratório, não é capaz de estimar a emergência das plântulas

em campo. Sendo assim, desenvolveu-se o conceito de vigor e, conseqüentemente, de novos testes que são muito úteis no monitoramento da qualidade das sementes.

O vigor de sementes pode ser entendido como um conjunto de propriedades que determinam o estabelecimento rápido e uniforme das plântulas no campo, assim como seu desenvolvimento, sob variadas condições ambientais (AOSA, 1983).

A qualidade das sementes diminui com o passar do tempo e a taxa de deterioração depende das condições ambientais durante o armazenamento e o tempo que estas ficarão armazenadas. A deterioração de sementes inclui uma série de processos envolvendo transformações degenerativas de natureza progressiva que começam a ocorrer, geralmente no campo, a partir da maturidade fisiológica e que, do ponto de vista prático, tem como conseqüência final a perda do poder germinativo (BAUDET, 1996).

O primeiro componente da qualidade que mostra sinais de deterioração é o vigor das sementes, seguido por uma redução na germinação ou na produção de plântulas normais e, finalmente, na morte das sementes (FERGUSON, 1995). Segundo este autor, o vigor das sementes se baseia no comportamento físico e fisiológico de um lote de sementes, sendo estes: 1) mudanças nos processos bioquímicos; 2) na taxa de uniformidade da germinação e crescimento das plântulas e 3) na germinação das sementes e capacidade de emergência das plântulas a serem expostas a condições de estresse.

Dentre os inúmeros testes de vigor recomendados para as sementes de arroz, um utilizado com grande freqüência no Brasil (KRZYZANOWSKI et al., 1999) é o de envelhecimento acelerado, que é de grande utilidade prática, na rotina dos laboratórios, embora apresente ainda, dificuldades na uniformização da sua metodologia (IRIGON & ROSSINI, 1992), bem como na sua reprodutibilidade (KRUSE, 1999). Este teste consiste em submeter às sementes a condições adversas de alta temperatura (40-45°C) e umidade relativa do ar (100%), durante um período de tempo e, a seguir, avaliar a resposta através da germinação das sementes.

O teste de frio é outro teste também utilizado para avaliar a qualidade de lotes de sementes de arroz. Esse teste, que inicialmente utilizava como substrato a terra, tem como princípio básico a exposição das sementes a fatores adversos de temperatura e umidade. A dificuldade de padronização do teste determinou o surgimento da metodologia alternativa de rolo de papel, a qual mostrou diferenças

de vigor entre sementes de arroz provenientes de diferentes frações no beneficiamento, além de boa correlação com a emergência em campo (PETERS, 1992).

As altas temperaturas, além de fissuras, podem causar outros danos nos tecidos vegetais, como a desintegração de membranas celulares, possivelmente por alterações nos lipídios que a constituem (CAVARIANI, 1996).

Também é aceita a teoria de que o calor excessivo pode provocar, entre outras alterações, a desnaturação de proteínas. Os danos fisiológicos provocados pela secagem podem se refletir em alterações nos sistemas subcelulares, incluindo cromossomos e mitocôndrias, na redução do número de grãos de amido no eixo embrionário, em aumentos de lixiviação de eletrólitos e açúcares e de produção de pigmentos carotenóides, redução de permeabilidade de membranas celulares e taxa respiratória (PERNOLLET & MOSSÉ, 1983).

As alterações nos processos bioquímicos são, geralmente, as primeiras mudanças detectáveis que ocorrem durante a deterioração de um lote de sementes. Por isso, o teste de condutividade elétrica é considerado um bom teste de vigor, pois permite estimar o nível da integridade das membranas celulares (FERGUSON, 1995).

Os solutos citoplasmáticos, liberados durante a embebição de sementes com membranas danificadas, possuem propriedades eletrolíticas, conduzindo cargas elétricas que podem ser medidas com um condutímetro. Os valores de condutividade são correlacionados com desestruturação das membranas, cujos valores são correlacionados com a germinação e o vigor das sementes (KRZYZANOWSKI et al., 1999).

O alto conteúdo de umidade e a elevada temperatura favorecem a atividade respiratória das sementes (ELLIS et al., 1987), bem como a atividade de microrganismos (WARDYNSKI et al., 1983), o que ocorre às expensas das substâncias de reserva das sementes. Essas reservas são transformadas em energia necessária para a manutenção dos tecidos vivos das sementes, dos microrganismos e de novos compostos para o reparo de estruturas danificadas pela deterioração das sementes (BEWLEY & BLACK, 1994) e para a multiplicação de microrganismos. Faz-se necessário o monitoramento destes compostos que são degradados e a sua relação com a qualidade das sementes.

A composição química quantitativa das sementes é definida geneticamente, apesar de ser, até certo ponto, influenciada pelas condições ambientais a que foram submetidas às plantas que as originaram. Desta forma, observam-se variações em função das espécies e dos cultivares e, mesmo para um dado cultivar, pode ocorrer variações em função da posição da semente em relação ao fruto ou da inflorescência.

Os hidratos de carbono são quantitativamente os componentes mais importantes nos cereais, formando aproximadamente 83% da massa seca total das sementes de arroz. Entre os carboidratos os mais importantes são: amido, (que é o predominante), celulose, hemicelulose, pentosanas, dextrinas e açúcares. O amido é um polímero de glicose, com uniões alfa na maior parte nas posições 1:4, e algumas na posição 1:6. Encontram-se em duas formas, amilose, de cadeia reta, e amilopectina de cadeia ramificada. No arroz, cerca de 82 % do amido presente é constituído de amilopectina e o restante de amilose (NELLIST & HUGHES, 1973).

Os lipídios são constituintes encontrados em todas as partes da semente, ocorrendo em maior percentagem no embrião (cotilédones) e, em alguns casos, no endosperma. São geralmente representados na forma de glicerídeos (triglicerídeos) de ácidos graxos, sendo predominantemente nas sementes os ácidos graxos insaturados. Os de ocorrência mais comuns são ácidos oléico, linoléico e linolênico, e dentre os ácidos graxos saturados, o palmítico e o esteárico. Glicerídeos de outros ácidos orgânicos, tanto saturados como insaturados, podem ocorrer (NELLIST & HUGHES, 1973).

As sementes caracterizam-se por apresentarem uma parte das proteínas metabolicamente ativas, como as enzimas e núcleos-proteína, e outra, metabolicamente inativa. A primeira parte desenvolve-se, principalmente, nas células da camada de aleurona, de sementes em germinação, tendo como exemplos nos casos de trigo e cevada (NELLIST & HUGHES, 1973)  $\alpha$ -amilase,  $\alpha$ -glucosidase (maltase), protease, dipeptidase, esterase, fitase, nitrito-reductase. A segunda parte representa as proteínas de reserva, cuja composição varia de acordo com as espécies. Desta maneira, as sementes dos cereais, apresentam, em geral, menor teor de proteína, quando comparadas às leguminosas e as sementes ricas em óleo, porque, normalmente não foram selecionadas neste sentido.

As proteínas são encontradas em todos os tecidos das sementes, apresentando-se em maiores concentrações no embrião. Para as sementes de

cereais, as concentrações são maiores no embrião e na camada de aleurona, do que no endosperma, pericarpo e tegumento, sendo que no endosperma as concentrações diminuem da periferia para o centro (NELLIST & HUGHES, 1973).

O conhecimento da composição química é de interesse para a tecnologia de sementes, pois influi tanto no vigor, quanto no potencial de armazenamento. Quanto maior o teor de reservas das sementes, maior será o vigor das plântulas resultantes (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Nas gramíneas, o vigor das sementes está associado ao conteúdo de proteínas do embrião, o qual pode ser incrementado por meio de altas dosagens de N no solo (DELOUCHE, 1992).

A degradação protéica tem sido estudada, principalmente, nas sementes em germinação, pela ocorrência de intensa degradação de proteínas de reserva e rápida síntese de proteína pelo embrião (HEIDRICH SOBRINHO, 1974). Diferenças no vigor associadas com as características das sementes são geralmente atribuídas à composição química, principalmente com relação à quantidade de reservas ou a eficiência do metabolismo (HAMPTON, 1973).

A composição química e o fissuramento das sementes são afetados pelo gradiente de umidade durante ou após a secagem, sendo ambos influentes na qualidade das sementes, deste modo, os principais danos causados ao arroz durante a secagem são o fissuramento, a alteração de coloração e desnaturação do amido e a redução no potencial de armazenamento, reduzindo o valor comercial e o rendimento industrial do produto, além de dificultar a manutenção da viabilidade durante o armazenamento (ROMBALDI, 1988).

Em sementes de gramíneas, como o arroz, destacam-se na sua composição química o amido e os açúcares que fornecem o carbono para o suprimento energético e a formação de novos compostos para a manutenção das sementes durante o armazenamento e o desenvolvimento das plântulas durante a germinação (BEWLEY & BLACK, 1994).

Diante da importância e necessidade da secagem, devem-se correlacionar os efeitos das variações desse processo sobre a qualidade das sementes obtidas.



### 3.0 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes (LDPS), do Departamento de Fitotecnia, na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Utilizaram-se sementes de arroz (*Oryza sativa*) dos cultivares IRGA 417 e IRGA 420, ambos de ciclo precoce, porte baixo, alto afilamento, vigor inicial alto, produzidos na safra agrícola 2002/2003. Vinte quilogramas de sementes de cada cultivar foram colhidos 35 dias após a floração plena. As sementes recém colhidas foram divididas em quatro lotes, de cada cultivar, os quais foram secados em secador marca Intecnial, modelo S.A.C-18, pelo método estacionário, cada um utilizando uma das seguintes temperaturas: 32, 38, 44 e 50°C.

As avaliações foram efetuadas em dois momentos, logo após a secagem e seis meses depois. Entre os períodos de avaliação, as sementes ficaram armazenadas em ambiente natural, sem controle de temperatura e umidade, no município de Santa Maria-RS.

A qualidade física das sementes foi determinada através do teor de água avaliado, antes e após a secagem, de acordo com as Regras para Análise de Sementes-RAS (BRASIL, 1992) e da percentagem de fissuras, após os tratamentos de secagem, estando estas armazenadas em câmara fria por 14 dias. As fissuras foram determinadas em quatro repetições de 25 sementes por tratamento, das quais retiraram-se as glumelas manualmente e, em seguida, foram analisadas com o auxílio de uma lupa, com aumento de dez vezes quanto à presença ou ausência de fissuras, sendo os resultados expressos em percentagem.

A qualidade fisiológica foi determinada através do teste de germinação, primeira contagem, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, teste de frio, comprimento total e de raiz e massa seca de plântula.

**Teste de Germinação:** foi conduzido com quatro repetições de 100 sementes para cada tratamento, semeadas em rolos de papel, mantidos em germinador regulado a temperatura constante de 25 °C, durante todo o período de realização do teste. O volume de água utilizado para a embebição das sementes foi equivalente a

2,5 vezes o peso do substrato. As contagens foram realizadas aos 5 e 14 dias após o início do teste, segundo os critérios estabelecidos pelas RAS (BRASIL, 1992).

**Primeira Contagem da Germinação:** foi realizada juntamente com o teste de germinação, onde se determinou a percentagem de plântulas normais no quinto dia após a instalação do teste, conforme recomendação das RAS (Brasil, 1992).

**Teste de Condutividade Elétrica:** foi realizado com quatro repetições de 25 sementes, selecionadas previamente, eliminando-se as visivelmente danificadas. Em seguida, pesadas em balança analítica com até quatro casas decimais e colocadas em copos plásticos, contendo 75 mL de água destilada. Os copos foram levados a um germinador regulado a 25°C, onde permaneceram por 8 horas. Após esse período de imersão, foi medida a condutividade da solução com o auxílio de um condutímetro (DIGIMED CD-21). Os resultados foram expressos em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  de semente.

**Envelhecimento Acelerado:** utilizaram-se quatro repetições de 100 sementes para cada tratamento, dispostas em camada única e distribuídas sobre uma tela de alumínio, fixada no interior de uma caixa plástica do tipo “gerbox”, funcionando como um compartimento individual (mini-câmara). No interior desta, adicionou-se 40 mL de água destilada e, a seguir, as caixas plásticas foram levadas para a câmara de envelhecimento, conforme a metodologia recomendada pela AOSA (1983). As sementes permaneceram na câmara regulada a uma temperatura constante de 41°C e 100% de umidade relativa do ar, por um período de 96 horas. Após este período, as sementes foram colocadas a germinar, conforme metodologia anteriormente descrita no teste de germinação.

**Teste de Frio:** foi realizado com quatro repetições de 100 sementes, distribuídas em rolos de papel umedecido em quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel. Após a semeadura, os rolos foram colocados em sacos plásticos e vedados com fita adesiva, sendo mantidos em câmara regulada a 10°C, durante 5 dias. Após este período, os rolos foram retirados dos sacos plásticos e transferidos para um germinador à temperatura constante de 25°C, onde permaneceram por cinco dias. A interpretação foi feita computando-se a percentagem de plântulas normais .

**Comprimento Total, de Raiz e Massa Seca de Plântula:** foram obtidos de 20 plântulas de cada tratamento, semeadas no terço superior do substrato rolo de papel, sendo a mensuração realizada aos sete dias com o auxílio de uma régua

graduada em milímetros. Após esta etapa, as plântulas foram secadas em uma estufa regulada a 65°C, até se obter massa constante (48 horas), determinando-se assim a massa seca de plântula após a pesagem e divisão pelo número de plântulas.

A composição química das sementes foi avaliada através das frações massa seca, proteína bruta, fibra bruta e extrato etéreo, as quais foram determinadas, após os tratamentos, pelos métodos de Weend e Kjeldahl (AOAC, 1995).

Para a análise estatística, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, onde os tratamentos constituíram um fatorial (2 x 4). Fator A, cultivares de arroz (IRGA 417 e IRGA 420) e Fator B, temperaturas de secagem de 32, 38, 44 e 50°C.

Os dados obtidos em cada teste foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%, pelo Sistema de Análise Estatística SANEST (ZONTA & MACHADO, 1984). Para analisar os efeitos das temperaturas de secagem, aplicou-se a análise de regressão polinomial. As variáveis cujos resultados foram expressos em porcentagem, tiveram seus valores transformados em arco seno  $\sqrt{x/100}$ .

#### **4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As sementes de arroz foram colhidas com graus de umidade de 23,4 e 24,6% para os cultivares IRGA 417 e IRGA 420, respectivamente. Após a secagem as sementes apresentaram graus de umidade que variaram de 12,6 a 13,7% (Tabela 1), para os dois cultivares por ocasião da primeira etapa das avaliações. Após seis meses de armazenamento em ambiente natural, as sementes provenientes dos quatro tratamentos de ambos os cultivares, apresentaram teores de umidade semelhantes. Durante o armazenamento houve uma diminuição no teor de umidade médio observado nas sementes dos dois cultivares, em função das oscilações da umidade relativa ambiental, por estas serem higroscópicas e estarem acondicionadas em embalagens permeáveis (BAUDET, 1996).

As umidades das sementes, logo após a secagem e seis meses depois, estavam compatíveis com o armazenamento e manuseio das mesmas, não sendo, assim considerada a causa das variações posteriores observadas entre os lotes.

O tempo de secagem variou de 5,0 a 3,0 horas, entre a menor e a maior temperatura utilizada (Tabela 1).

Tabela 1 - Grau de umidade (%) das sementes no momento de colheita, após os tratamentos de secagem, após seis meses de armazenamento e o tempo de exposição das sementes para se atingir este grau de umidade. Santa Maria-RS, 2003.

	<b>Cultivares</b>		
	<b>IRGA 417</b>	<b>IRGA 420</b>	
<b>Antes da Secagem</b>	23.3	24.6	
<b>Temperaturas</b>			
<b>Após Secagem</b>	32 <sup>o</sup> C	13.5	13.7
	38 <sup>o</sup> C	13.1	13.5
	44 <sup>o</sup> C	13.3	13.1
	50 <sup>o</sup> C	13.1	12.6
<b>Após Armazenamento</b>	13.1	13.0	
<b>Temperaturas de Secagem (°C)</b>	<b>Tempo de Exposição (h)</b>		
32	5,0		
38	4,0		
44	3,7		
50	3,0		

Na figura 1 são apresentados os resultados relativos às percentagens de fissuras observadas nas sementes de arroz irrigado submetidas a quatro temperaturas de secagem estacionária para as sementes dos cultivares IRGA 417 e IRGA 420.

A percentagem de fissuras, produzida pelas temperaturas de secagem nos cultivares IRGA 417 e IRGA 420, apresentou crescimento linear no intervalo de 32 a 50 °C. Esses resultados concordam com informações de literatura, as quais indicam que a elevação da temperatura durante a secagem produz fissuras nas sementes, podendo até provocar a perda da viabilidade, sendo a extensão desses danos dependentes da interação entre temperatura, tempo de exposição e grau de umidade inicial das sementes (NELLIST & HUGHES, 1973).

Os danos ocasionados pelas maiores temperaturas podem manifestar-se imediatamente após a secagem, como as fissuras observadas, ou durante o armazenamento.

As maiores temperaturas produziram, nos dois cultivares, os maiores gradientes de umidade entre as partes das sementes e com isto maiores percentagens de fissuras, conforme haviam observado Kunze (1979) e Rombaldi e Elias (1988). Essas fissuras ocorrem após o término da secagem, devido à necessidade de um tempo para que a diferença de potencial hídrico se anule.

O cultivar IRGA 420 mostrou-se mais sensível à ocorrência de fissuras do que o IRGA 417.

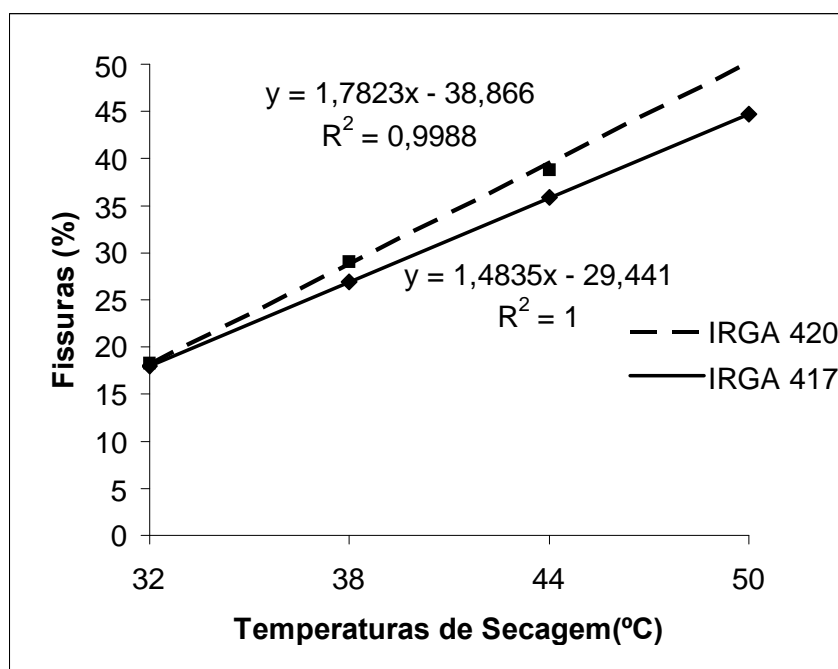


Figura 1 – Percentual de fissuras nas sementes de arroz irrigado, dos cultivares IRGA 417 e IRGA 420 após secagem estacionária, sob diferentes temperaturas de secagem estacionária.

Na tabela 2 são apresentados os resultados obtidos para germinação, primeira contagem, condutividade elétrica, teste de frio e envelhecimento acelerado para os dois cultivares estudados, nos diferentes momentos de avaliações após os tratamentos de secagem. Para o cultivar IRGA 417, observou-se superioridade na qualidade das sementes avaliadas logo após a secagem, em todos os testes, exceto no teste de envelhecimento acelerado. Os resultados obtidos concordam com os

verificados em estudos desenvolvidos por Rangel et al. (1997) e Garcia (2001), onde no final de períodos variados de armazenamento foram observados decréscimos na qualidade das sementes. Esses resultados também corroboram as afirmações de Popinigs (1995), as quais indicaram que temperaturas elevadas na secagem podem produzir reduções no vigor das sementes, após um período de armazenamento.

Os resultados verificados no teste de envelhecimento acelerado, no entanto, não diferiram entre as avaliações e, assim, discordaram daqueles encontrados por Lima (1997), os quais apontaram o envelhecimento acelerado como um teste bastante sensível na avaliação dos danos ocasionados pelos tratamentos de secagem.

O cultivar IRGA 420 apresentou comportamento semelhante ao IRGA 417, com maior qualidade no primeiro momento das avaliações. Porém, não houve diferença entre os dois momentos de avaliação da qualidade pelos testes de primeira contagem e envelhecimento acelerado. Salienta-se que a germinação decresceu oito pontos percentuais durante os seis meses de armazenamento, representando mais de um ponto de decréscimo por mês, enquanto que para o cultivar IRGA 417, tal decréscimo foi de cinco pontos percentuais, o que representou a queda de menos de um ponto percentual a cada mês de armazenamento das sementes. Assim, a qualidade das sementes dos dois cultivares diminuiu com o passar do tempo de armazenamento e a taxa de deterioração foi dependente do período e das condições do armazenamento, bem como do cultivar, como havia enfatizado Baudet (1996).

Tabela 2 - Germinação (G), primeira contagem da germinação (PC), condutividade elétrica (CE) e plântulas normais após os testes de frio (TF) e envelhecimento acelerado (EA), na média das quatro temperaturas de secagem para dois cultivares de arroz irrigado, em dois momentos de avaliações. Santa Maria-RS, 2003.

<b>Momentos de Avaliação</b>		<b>IRGA 417</b>			
	<b>G(%)</b>	<b>PC(%)</b>	<b>CE(<math>\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}</math>)</b>	<b>TF(%)</b>	<b>EA (%)</b>
<b>Após a Secagem</b>	80 a*	77 a	33.77 b	65 a	79 a
<b>Após o armazenamento</b>	75 b	73 b	40.55 a	58 b	77 a
<b>Momentos de Avaliação</b>		<b>IRGA 420</b>			
	<b>G(%)</b>	<b>PC(%)</b>	<b>CE(<math>\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}</math>)</b>	<b>TF(%)</b>	<b>EA (%)</b>
<b>Após a Secagem</b>	81 a	77 a	29.32 b	45 b	73 a
<b>Após o Armazenamento</b>	73 b	76 a	31.55 a	67 a	71 a

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Com relação ao comprimento total das plântulas, comprimento de raiz e massa seca de plântulas, dos dois cultivares, observou-se efeito significativo entre o momento de avaliação após a secagem e a realizada após seis meses de armazenamento (Tabela 3), exceto para a massa seca de plântula para o cultivar IRGA 420, onde as avaliações realizadas em ambas as épocas não diferiram entre si. Esses testes detectaram a mesma tendência quanto à redução da qualidade das sementes durante o período de armazenamento, como havia sido observado pelos testes de germinação e vigor anteriormente aplicados. Os resultados encontrados concordam com aqueles verificados por Mello (1996).

A redução da qualidade das sementes durante o armazenamento atinge primeiro o vigor das sementes, afetando a uniformidade de germinação, o crescimento das plântulas e, posteriormente pode provocar a morte das sementes, no entanto, esta deterioração depende das condições ambientais durante o armazenamento (FERGUSON, 1995; BAUDET, 1996;).

Tabela 3 – Comprimento total e de raiz e massa seca de plântula para a média das quatro temperaturas estudadas para dois cultivares de arroz irrigado, em dois momentos de avaliações. Santa Maria-RS, 2003.

<b>Momento de Avaliação</b>	<b>IRGA 417</b>		
	<b>Comprimento Plântula(cm)</b>	<b>Comprimento Raiz(cm)</b>	<b>Massa Seca(g)</b>
<b>Após a Secagem</b>	14.8 a*	11.9 a	0.211 a
<b>Após Armazenamento</b>	12.9 b	10.5 b	0.205 b
	<b>IRGA 420</b>		
	<b>Comprimento Plântula(cm)</b>	<b>Comprimento Raiz(cm)</b>	<b>Massa Seca(g)</b>
<b>Após a secagem</b>	18.1 a	14.0 a	0.224 a
<b>Após Armazenamento</b>	14.5 b	13.0 b	0.223 a

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

Nas figuras 2 e 3 estão apresentados os resultados da qualidade fisiológica das sementes de arroz dos cultivares IRGA 417 e IRGA 420, em função das temperaturas na secagem estacionária.

Para a cultivar IRGA 417, na média dos períodos de avaliação, a análise de variância mostrou efeito significativo das temperaturas de secagem, indicando a ocorrência de efeitos imediatos sobre a germinação das sementes, conforme os resultados mostrados na figura 2a. A maior germinação foi alcançada com a temperatura de 38<sup>o</sup>C, reduzindo consideravelmente nas temperaturas mais elevadas.



A temperatura de 32<sup>o</sup>C, embora tenha determinado a menor percentagem de fissuras não permitiu a maior germinação das sementes, já que o tempo de secagem foi maior em relação às demais temperaturas.

As temperaturas de 44<sup>o</sup>C e 50<sup>o</sup>C produziram um aumento significativo no percentual de fissuras e um considerável decréscimo na germinação das sementes. Provavelmente, o efeito verificado na qualidade das sementes foi devido à associação das fissuras com os danos fisiológicos produzidos pelas altas temperaturas. Esses resultados concordam com Nellist & Hughes (1973), que indicaram que a extensão dos danos é dependente da temperatura e do tempo de exposição das sementes, bem como confirmam resultados de Brooker et al. (1974), que apontaram como temperaturas máximas de secagem aquelas compreendidas entre 40.5-43.3<sup>o</sup>C.

Para o cultivar IRGA 420 (Figura 3a), observou-se efeitos do momento de avaliação e das temperaturas de secagem sobre a germinação das sementes. As maiores percentagens de germinação foram observadas na primeira etapa de avaliação. Logo após a secagem, verificou-se que o aumento das temperaturas reduziu a germinação, porém após seis meses de armazenamento, as temperaturas de 38 e 44<sup>o</sup>C permitiram melhores resultados do que 32 e 50<sup>o</sup>C. Esses resultados ocorreram, provavelmente, devido ao período de exposição das sementes terem sido mais prolongado na temperatura de 32<sup>o</sup>C, bem como ao estresse térmico elevado na temperatura de 50<sup>o</sup>C. Tais resultados vão ao encontro daqueles observados Nellist & Hughes (1973), os quais indicaram que o aquecimento excessivo durante a secagem por tempo e/ou temperatura de exposição, podem provocar danos como redução na percentagem de plântulas normais produzidas. Também há semelhança com os resultados encontrados por Dorfman & Rosa (1980) e Cavariani (1982) nos quais as altas temperaturas prejudicaram a qualidade fisiológica das sementes.

A primeira contagem da germinação para os cultivares IRGA 417(Figura 2b) e IRGA 420 (Figura 3b) apresentaram comportamento semelhante ao teste de germinação. Para o cultivar IRGA 417 não houve diferença entre os momentos de avaliações e as temperaturas de 32, 44 e 50<sup>o</sup>C apresentaram menor número de plântulas normais aos cinco dias após o início do teste, indicando menor velocidade na formação das plântulas, significando menor vigor do que as sementes que foram secadas a 38<sup>o</sup>C.

A maior quantidade de fissuras verificada nas sementes provenientes das secagens de 44 e 50<sup>o</sup>C, provavelmente, reduziram a velocidade e/ou quantidade de translocados para o embrião o que, pode ter afetado a formação de plântulas avaliadas neste teste.

Para o cultivar IRGA 420 (Figura 3), houve diferença entre os momentos de avaliações e temperaturas. Porém, como no teste de germinação, após a secagem o melhor tratamento foi 32<sup>o</sup>C e após o armazenamento as temperaturas de 38 e 44<sup>o</sup>C permitiram melhores resultados do que 32 e 50<sup>o</sup>C.

No teste de condutividade elétrica, aplicado as sementes dos cultivares IRGA 417 (Figura 2c) e IRGA 420 (Figura 3c), não foi possível constatar, através da análise estatística dos dados, efeito das temperaturas de secagem sobre o vigor das sementes, visto que os dados não se ajustaram a nenhuma equação matemática. Porém, no cultivar IRGA 417, verificou-se menor valor absoluto da condutividade nas sementes secadas a temperatura de 38<sup>o</sup>C, enquanto no IRGA 420 o menor valor absoluto foi observado na temperatura de secagem de 50<sup>o</sup>C. A não distinção entre os tratamentos, através da análise estatística, observada neste trabalho, também foi verificada por Lima (1997). Essa ocorrência, provavelmente, se deve a metodologia dos testes, ainda não completamente padronizada, bem como por características das próprias sementes que apresentam envoltórios (lema e pálea), que dificultam a liberação dos lixiviados da semente e a avaliação da integridade das membranas celulares durante a realização do teste. Cabe salientar, entretanto, que alguns autores, tais como Mello (1996), apontam esse teste como sensível para avaliar o processo deteriorativo, durante o armazenamento de sementes de arroz, o que também foi observado nesse experimento, quando se comparou o efeito da secagem no tempo.

Os dados relativos ao comprimento total de plântulas e comprimento de raiz obtidos para o cultivar IRGA 417 (Figura 2d) permitiram observar diferenças apenas entre os valores absolutos, onde as plântulas provenientes das sementes secadas a 38<sup>o</sup>C apresentaram os menores valores e aquelas secadas a 44<sup>o</sup>C apresentaram os maiores valores. No entanto, a análise estatística dos dados não evidenciou efeitos das temperaturas sobre as variáveis, o que dificultou a interpretação dos resultados. O crescimento das plântulas, de acordo com Popinigis (1985) é um parâmetro muito variável e fortemente influenciado por fatores genéticos e ambientais.

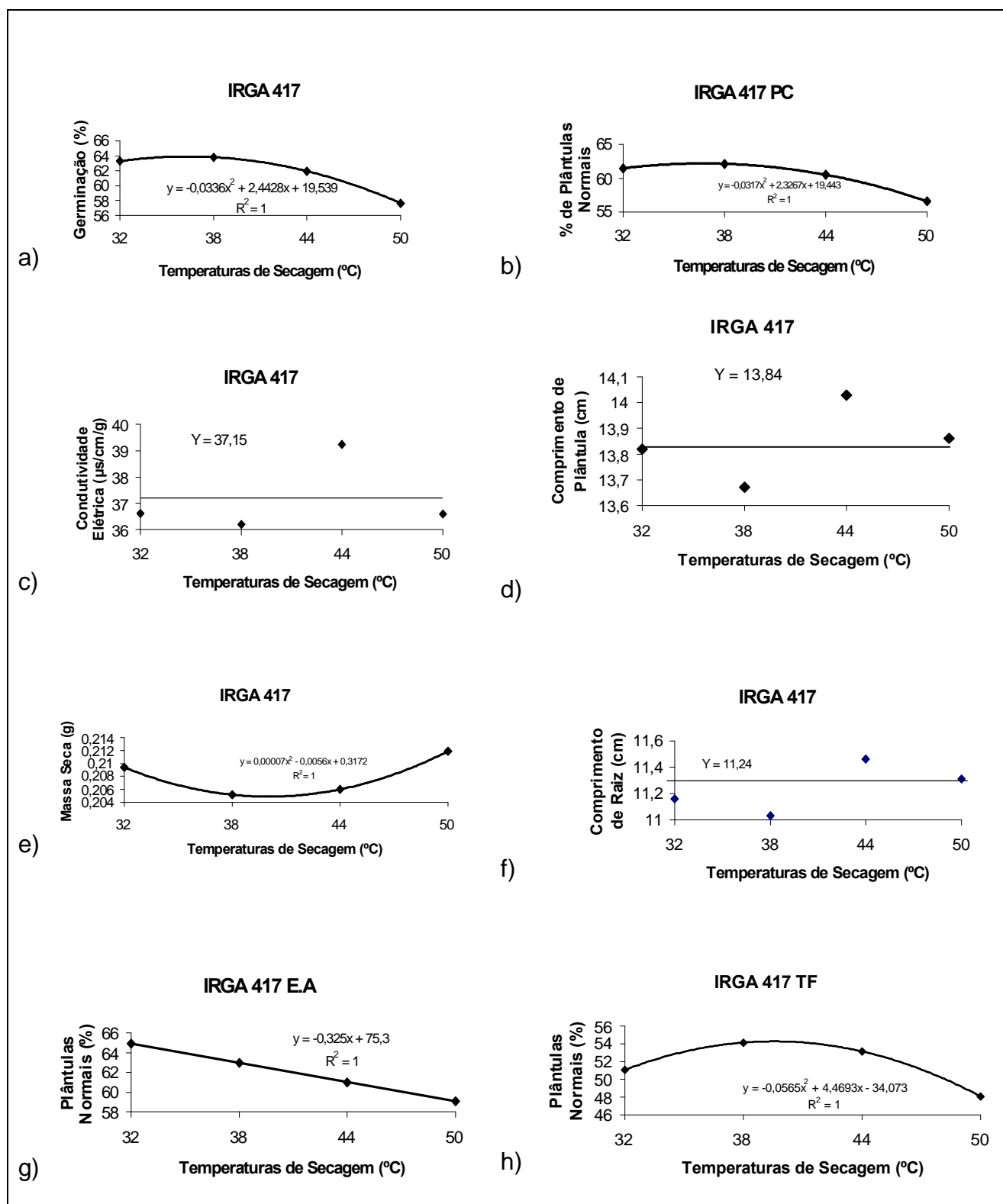


Figura 2 - Germinação, Primeira Contagem, Condutividade Elétrica, Comprimento Total de Plântula e de Raiz, Massa Seca, Envelhecimento Acelerado e Teste de Frio das sementes de arroz irrigado do cultivar IRGA 417, submetidas a diferentes temperaturas de secagem estacionária, em dois momentos de avaliações.

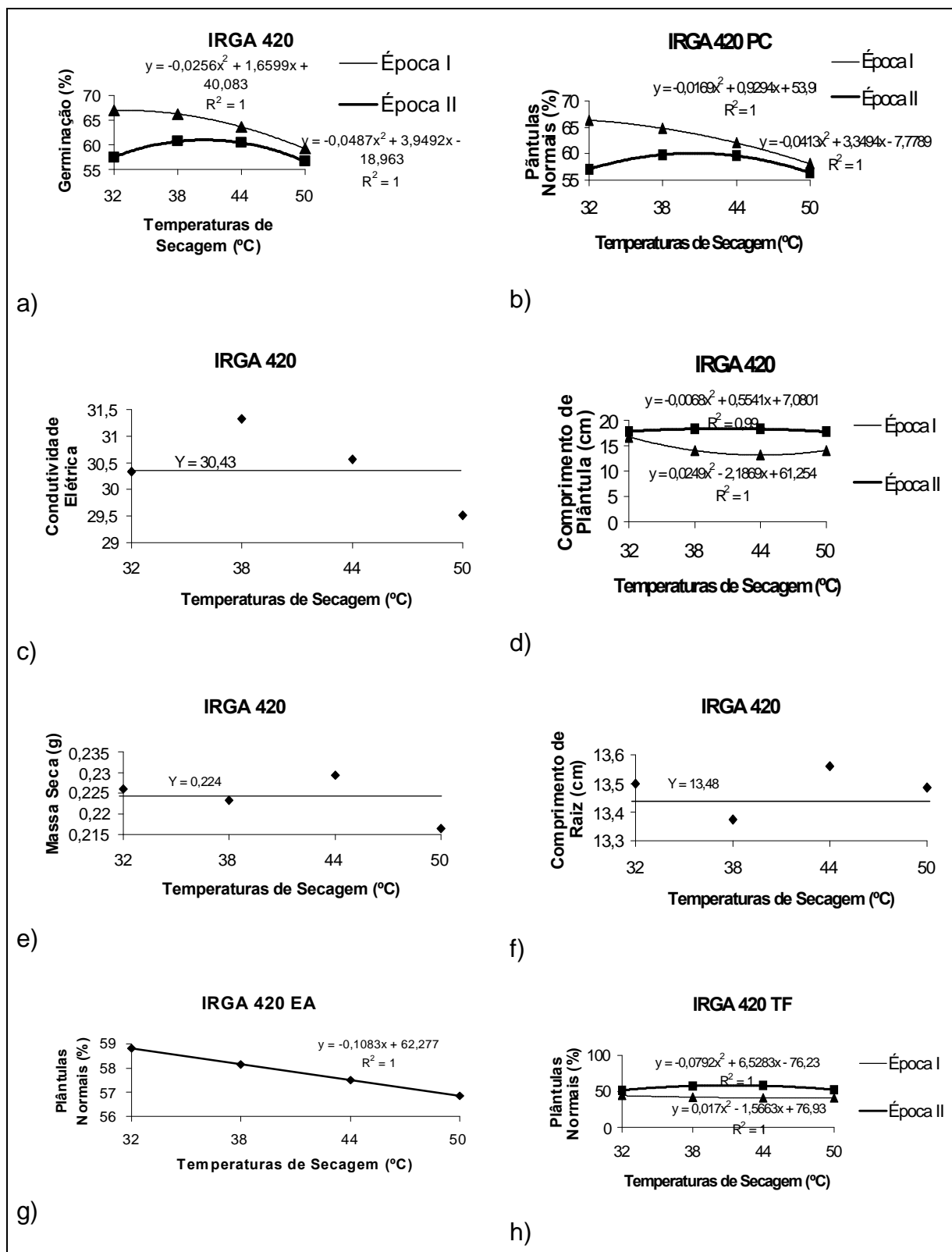


Figura 3 - Germinação, Primeira Contagem, Condutividade Elétrica, Comprimento Total de Plântula e de Raiz, Massa Seca, Envelhecimento Acelerado e Teste de Frio das sementes de arroz irrigado do cultivar IRGA 420, submetidas a diferentes temperaturas de secagem estacionária em dois momentos de avaliações.

Para o cultivar IRGA 420 (Figura 3d) o comprimento das plântulas foi afetado pelo momento de avaliação e pelas temperaturas de secagem. Logo após a secagem, a elevação das temperaturas reduziu o comprimento das plântulas e após o armazenamento os melhores resultados foram obtidos nas temperaturas de 32 e 44°C. Os valores observados após seis meses de armazenamento foram superiores aos encontrados logo após a secagem. O comprimento de raiz desse mesmo cultivar (Figura 3f) não foi influenciado pelos tratamentos. Os resultados distintos dos esperados, para as duas variáveis, como aconteceu também para o cultivar IRGA 417, não permitiram inferir sobre o efeito da secagem estacionária com as temperaturas de 32 a 50°C sobre estas variáveis, avaliadas em dois momentos distintos.

Para o cultivar IRGA 417 as temperaturas de secagem provocaram efeito quadrático significativo para os valores de massa seca das plântulas, em média dos momentos de avaliação (Figura 2e). A menor massa seca foi observada nas plântulas provenientes das sementes que sofreram secagem a 38°C. Esses resultados não confirmam as considerações de outros autores, quanto à influência marcante do vigor sobre o comprimento e a massa seca das plântulas.

Para o cultivar IRGA 420, não se observou efeito das temperaturas de secagem sobre o conteúdo de massa seca das plântulas como também observaram Mello (1996) e Garcia (2001).

Os resultados referentes ao teste de envelhecimento acelerado aplicado aos cultivares IRGA 417 e IRGA 420 estão apresentados na Figura 2 e 3g. Verificou-se efeito significativo da temperatura de secagem sobre a formação de plântulas normais no referido teste, para ambos os cultivares. Houve redução linear no vigor das sementes à medida que ocorreu elevação da temperatura de secagem. A maior e a menor percentagem de plântulas normais foram observadas nas sementes provenientes da secagem nas temperaturas de 32 e 50°C, respectivamente.

O teste de envelhecimento acelerado foi capaz de detectar diferenças relevantes no tocante aos tratamentos de secagem, o que não ocorreu nas avaliações de comprimento e massa seca das plântulas. Esses resultados obtidos concordam com relatos de Mello (1996) e Lima (1997), que apontaram o teste de envelhecimento acelerado como eficiente na avaliação do potencial fisiológico das sementes de arroz. Seus resultados são comparados aos de germinação, sendo que lotes de sementes com percentagem de envelhecimento maior do que 80% são

classificados como de alto vigor; entre 60 e 80% médio vigor e menor que 60% de baixo vigor (TEKRONY, 1995). Os dados nas Figuras 2 e 3g mostraram que mesmo com a menor temperatura de secagem os lotes analisados situaram-se como de vigor médio.

No teste de frio, para o cultivar IRGA 417, a maior percentagem de plântulas normais foi observada nas sementes provenientes da secagem com temperatura de 38<sup>o</sup>C (Figura 2h). Não houve diferença entre os momentos de avaliações e, verificou-se, nesse teste, a mesma tendência observada nos testes de germinação e primeira contagem, onde as temperaturas de 44 e 50<sup>o</sup>C reduziram a qualidade das sementes.

Para esse cultivar, o teste de frio apresentou sensibilidade para identificar diferenças entre os tratamentos de secagem. Esses resultados concordam com afirmações de Peters (1992), que apontaram à eficiência deste teste na avaliação da qualidade das sementes de arroz.

Para o cultivar IRGA 420, além da diferença entre os momentos de avaliações, verificou-se, também, efeito das temperaturas de secagem sobre o vigor das sementes, quando avaliadas pelo teste de frio. No entanto, quanto aos momentos de avaliações, verificaram-se resultados distintos dos esperados, visto que o segundo momento mostrou valores superiores daqueles obtidos no primeiro momento de avaliação. Tal fato pode ter sido ocasionado por vários fatores, entre eles erros de amostragem e qualidade inicial mediana, devido a falta de um beneficiamento completo no lote. Mesmo assim, verificou-se que a temperatura de 38<sup>o</sup>C foi favorável à manutenção do vigor das sementes, o que não foi possível definir nos outros testes.

Os cultivares apresentaram comportamento distinto após os tratamentos, caracterizando as diferenças varietais. Isso indica que a secagem precisa ser conduzida cuidadosamente em função dos teores de água, do cultivar e para as condições em que se pretende armazenar.

Na tabela 4 encontram-se os resultados inerentes à composição química das sementes, dos cultivares IRGA 417 e IRGA 420, representada pela massa seca, proteína bruta, fibra bruta e extrato etéreo. Observou-se para ambos os cultivares, um decréscimo significativo para todas as variáveis analisadas, após seis meses de armazenamento, exceto para fibra bruta. Esses resultados concordam com as

observações de Lima (1997), as quais indicaram a ocorrência de alterações na composição química das sementes de arroz durante o armazenamento.

Os maiores teores dos componentes analisados foram observados logo após a secagem, porque mesmo em repouso, devido ao baixo teor de água, o processo respiratório não é interrompido e consome reservas para suprir as necessidades energéticas das células (BEWLEY & BLACK, 1994).

Os carboidratos, proteínas e óleos são os principais compostos utilizados para o fornecimento de energia para os processos metabólicos das sementes, por isso, tiveram seus totais reduzidos durante o armazenamento, afetando inclusive a percentagem de massa seca. A fibra bruta, embora seja um polímero da glicose, com a mesma forma do amido, apresenta união beta muito mais estável (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000), provavelmente, por isso seu conteúdo não foi modificado durante o armazenamento.

A variação na composição química entre os momentos de avaliações pode ter influenciado na qualidade fisiológica observada nos dois momentos.

Tabela 4 – Massa seca, Proteína Bruta, Fibra Bruta e Extrato Etéreo das sementes de dois cultivares de arroz irrigado, na média das quatro temperaturas de secagem, em dois momentos de avaliações. Santa Maria-RS, 2003.

	<b>MS(%)</b>	<b>PB(%)</b>	<b>FB(%)</b>	<b>EE(%)</b>
<b>IRGA 417</b>				
<b>Antes da Secagem</b>	88.43a*	9.62 a	0.87 a	2.21 a
<b>Após</b>				
<b>Armazenamento</b>	87.24 b	8.64 b	0.85 a	1.83 b
<b>IRGA 420</b>				
<b>Antes da Secagem</b>	88.82 a	8.29 a	0.85 a	2.51 a
<b>Após</b>				
<b>Armazenamento</b>	87.06 b	7.19 b	0.82 a	1.83 b

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro

Na figura 4 e 5 observam-se os resultados da composição química das sementes dos cultivares IRGA 417 e IRGA 420, em função da secagem estacionária com diferentes temperaturas.

Para o cultivar IRGA 417 (Figura 4a), a massa seca das sementes, na média dos momentos de avaliações, cresceu de forma linear com o aumento das temperaturas de secagem. Para o cultivar IRGA 420 (Figura 5a), a análise dos dados não mostrou efeito das temperaturas sobre a massa seca das sementes, desse modo não houve ajuste de nenhuma equação matemática. Esses resultados não permitem definições a respeito dos tratamentos, no entanto, outros autores, tais como Mello (1996) e Garcia (2001) também não encontraram efeito da secagem sobre a massa seca de sementes de arroz e trigo, respectivamente.

A proteína bruta apresentou, para os dois cultivares (Figuras 4b e 5b), diferenças significativas entre as temperaturas de secagem. As funções ajustadas foram semelhantes nos dois momentos de avaliações, todavia após o armazenamento os valores foram inferiores aos observados logo após a operação de secagem, indicando o efeito do metabolismo durante o armazenamento sobre esse componente da semente, como observou Lima (1997).

Para a fibra bruta, observaram-se diferenças significativas entre as temperaturas de secagem e épocas de avaliações, nos dois cultivares (Figuras 4c e 5c). Para o cultivar IRGA 417, no primeiro momento de avaliação ajustou-se uma equação quadrática, todavia após o armazenamento ocorreu um efeito linear crescente com aumento da fibra bruta à medida que se aumentou a temperatura de secagem. Para o cultivar IRGA 420, verificou-se um ajuste quadrático para os dados obtidos nos dois momentos de avaliações, com valor negativo "a" na equação, devido ao crescimento da fibra bruta até 38<sup>o</sup>C e decréscimo a partir dessa temperatura.

Os resultados de extrato etéreo mostraram, para o cultivar IRGA 417 (Figura 4d), que não houve efeito das temperaturas de secagem sobre este componente, independentemente do momento de avaliação. Para o cultivar IRGA 420 (Figura 5d), a análise dos dados mostra efeito das temperaturas de secagem sobre o teor de extrato etéreo das sementes, mas não houve dos momentos das avaliações. Sendo assim, na média das duas épocas, observou-se comportamento expresso por uma equação cúbica no teor de extrato etéreo, em função das temperaturas, onde o menor valor foi observado após a secagem a 38<sup>o</sup>C e a maior na temperatura de 44<sup>o</sup>C.

Embora tenha se observado diferenças significativas entre os tratamentos de secagem sobre a composição química das sementes dos cultivares IRGA 417 e



IRGA 420, os resultados não foram suficientemente claros a ponto de permitir a indicação do efeito ou da melhor temperatura de secagem, para os componentes analisados.

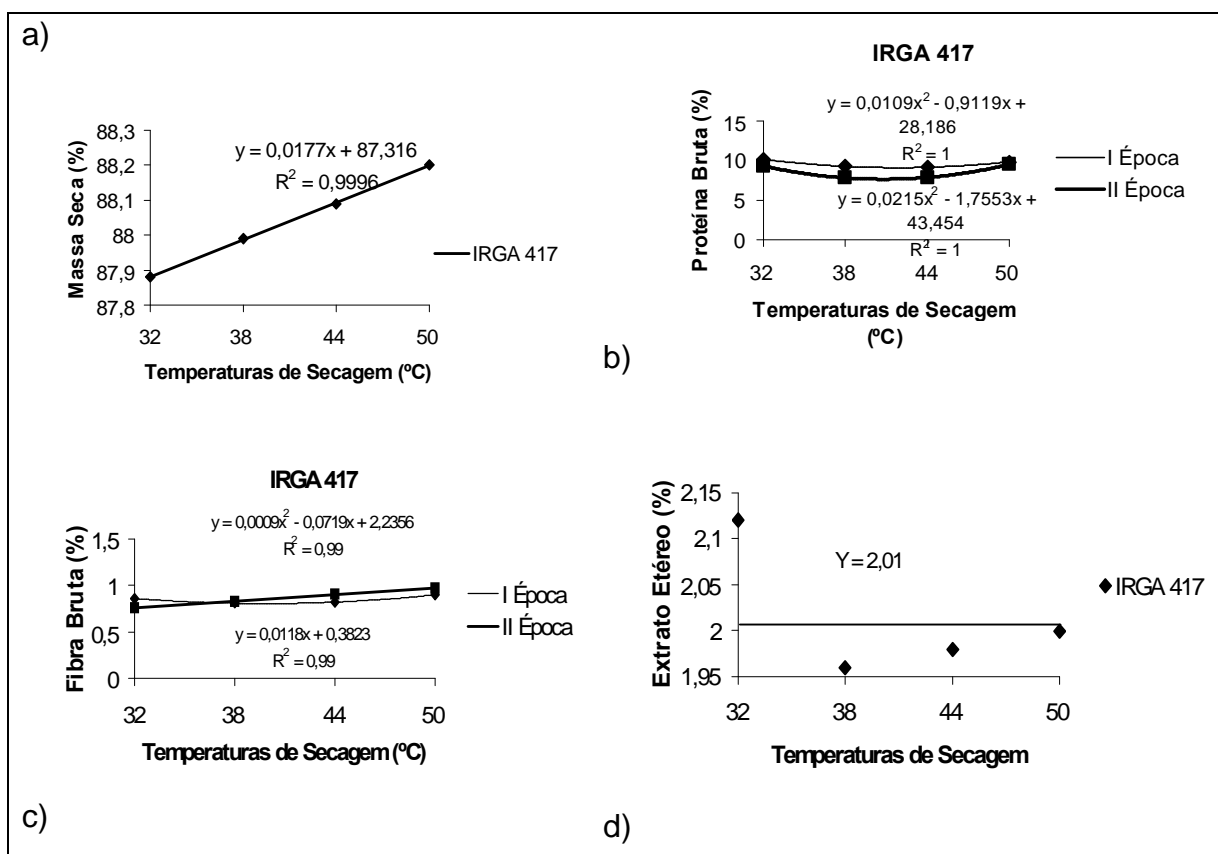


Figura 4 – Massa Seca, Proteína Bruta, Fibra Bruta e Extrato Etéreo das sementes de arroz irrigado do cultivar IRGA 417 submetidas a quatro temperaturas de secagem estacionária em dois momentos de avaliações.

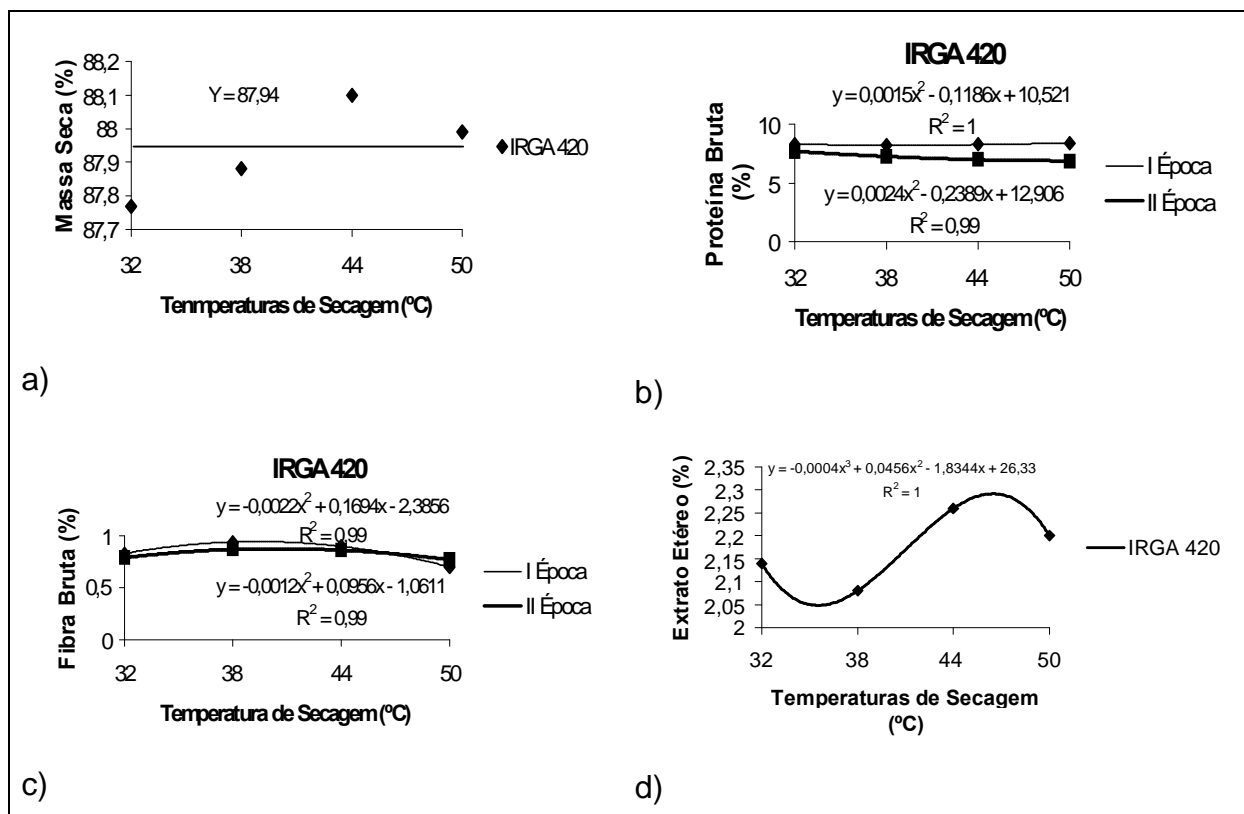


Figura 5 - Massa Seca, Proteína Bruta, Fibra Bruta e Extrato Etéreo das sementes de arroz irrigado do cultivar IRGA 420 submetidas a quatro temperaturas de secagem estacionária em dois momentos de avaliações.

## 5.0 CONCLUSÕES

O aumento da temperatura de secagem estacionária na faixa de 32 a 50<sup>o</sup>C aumenta a percentagem de fissuras nas sementes de arroz irrigado.

O período de armazenamento de seis meses, sem controle das condições ambientais, reduz a qualidade fisiológica das sementes de arroz.

A temperatura de 38<sup>o</sup>C, na secagem estacionária, permite a expressão da qualidade das sementes, enquanto a temperatura de 50<sup>o</sup>C reduz o potencial fisiológico das mesmas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC – Association of Official Agricultural Chemists. **Official methods of analysis**. 10. ed. Washington, DC., 1965.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS-AOSA. **Seed vigour testing handbook**. Lincoln: AOSA, 1983. 93p. (Contribution, 32)

BAUDET, L.M.L. Armazenamento de sementes de arroz. In: \_\_\_\_\_. **Produção de arroz**. Pelotas : Universidade Federal de Pelotas, 1996. p.475-96.

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

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination. New York: Plenum, 1994. 445p.

BOYD, A.H.; MATTHES, R.K.; WELCH, G.B. **Heated air drying of soybean seed**. Mississippi: Mississippi State University, Seed Technology Laboratory, 1974. 17p. (ASAE Paper, 74-3001).

BRANDENBURG, N.R.; SIMONS, J.W.; SMITH, L.L. Why and how seeds are dried. **Yearbook of Agriculture** , p.295-306, offprint 1961.

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

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

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CAVARIANI, C. **Secagem estacionária de sementes de milho com distribuição radial do fluxo de ar**. 1996. 85f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-USP, Piracicaba, 1996.

CAVARIANI, C.; BAUDET, L.M.L. Secagem de sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, n.91, p.44-49, 1982.

CNOSSEN, A.G.; JIMÉNEZ, M.J.; SIEBENMORGEN, T.J. Rice fissuring response to high drying and tempering temperatures. **Journal of Food Engineering**, v. 59, p. 61-69, 2003.

DALPASQUALE, V.A. Secagem de grãos com ar natural: uma opção pouco utilizada no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.99, p.6-7, mar.1983.

DELOUCHE, J.C. Estrategia para realizar la calidad de las semillas: memórias – painel sobre avanços em tecnologia de semillas. In: SEMINARIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 1992, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. **Anais ...** Santa Cruz, 1992. 381p.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p.427-457, 1973.

DORFMAN, E.; ROSA, J.L.V. Ponto de colheita e temperatura de secagem na qualidade do arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.33, n.318, p.69-74, 1980.

ELLIS, R.H.; SIMON, G.; COVELL, S. The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes. **Journal of Experimental Botany**, London, v.38, p. 1033-1043, 1987.

FERGUSON, J.N. A introduction to seed vigour testing. In: SEED VIGOUR TESTING SEMINAR, 1995, Copenhagen. **Proceedings...** Zürich: International Seed Testing Association, 1995. p.1-9.

GARCIA, D.C. **Secagem estacionária de sementes de trigo com ar forçado**. 2001. 65f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2001.

HAMPTON, J.G. Vigour testing within laboratories of the international seed testing association: a survey. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.20, n.1, p. 427-452, 1973.

HARRINGTON, J.F. Seed storage and longevity. In: KOSLOWSKI, T.T. **Seed biology**. New York: Academic Press, 1972. v.3, p.145-245.

HEIDRICH SOBRINHO, E. **Diversidade Enzimática em Zea mays L. e sua correlação com a heteroze**. 1974. 95p. Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001..

IRIGON, D.L.; ROSSINI, M.C. Aferição de testes de vigor para sementes de trigo. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.3, n.1, p.7-23, 1992.

KUNZE, O.R. Fissuring of the rice grain after heated air drying. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.22, n.5, p.1197-1207, 1979.

KRUZE, M. Application of the normal distribution for testing the potential of the controlled deterioration test. **Crop Science**, Madison, v.39, p. 1125-1129, Jul./Aug. 1999.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. Testes de vigor em sementes. In: **Encontro sobre avanços em tecnologia de sementes**. Pelotas: FAEM/Ufpel, 1991. 111 p.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina : ABRATES, 1999. 218p.

LASSERAN, J.C. Experiências práticas sobre seca-aeração. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.6, n.1, p.17-23, 1981.

LIMA, D. **Influência da alta temperatura de secagem em sementes de arroz.** 1997. 92f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1997.

LUZ, C.A.S.; PESKE, S.T. Secagem de sementes de arroz em secador intermitente lento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília , v.10, n.2, p.103-14, 1988.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes.** Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MARIOT, C. Produção de semente genética, pré-básica, e básica de arroz irrigado. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.36, n.346, p.29-36, nov./dez.1983.

MELLO, V. D. C. **Qualidade fisiológica de sementes de arroz sob condições de secagem estacionária e contínua.** 1996. 98f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas,. Pelotas, 1996.

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

MORAES, M.L.B de. **Comportamento da pressão estática e da frente de secagem em uma coluna de sementes de arroz.** 1997. 58f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1997.

NELLIST, M.E.; HUGHES, M. Physical and biological processes in the drying of seed. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, p.613-643, 1973.

NGUYEN, C.N.; KUNZE, O.R. Fissures related to post-drying treatments in rough rice. **Cereal Chemistry**, n. 61, p.63-68, 1974.

PERNOLLET, J.C.; MOSSÉ, J. Structure and location of legume and cereal seed storage proteins. In: DUSSANT, J.; MOSSÉ, J.; VAUGHAN, J. **Seed proteins**. London: Academic, 1983. p. 155-191.

PESKE, S.T. **Secagem de sementes**. In: CURSO de controle de qualidade na recepção e beneficiamento de sementes. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1992. p.41-77.

PESKE,S.T.; BAUDET,L. Secagem de sementes em secadores comerciais. In: CURSO sobre beneficiamento de sementes pra encarregados de U.B.S. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1984.

PETERS, A.C. **Avaliação de testes de vigor em sementes de arroz (cv BR IRGA 414) e suas relações com a emergência a campo**. 1992. 44f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1992.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

RANGEL, M.A.S.; ZIMMER, G.J.; VILLELA, F.A. Secagem estacionária de sementes de arroz com ar ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.10, p. 1081-1091, 1997.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Departamento de Produção Vegetal. CESM/RS. **Normas e padrões de produção de sementes e mudas para o Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2000. 156p.

ROMBALDI, C.V. **Condições de secagem e condições de armazenamento na qualidade industrial do arroz (*Oryza sativa*)**. 1988, 124f., Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1988.



ROMBALDI, C.V.; ELIAS, M.C. **Influência das condições de secagem e de beneficiamento sobre o rendimento industrial e classificação comercial do arroz irrigado (*Oryza sativa*)** Pelotas: Ufpel, D.C.T.A., 1988. 42p.

TEKRONY, M.A.S. Accelerated ageing. In: HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. (Ed.). **Handbook of vigour test methods**. 1995. p.35-50.

VILLELA, F.A. **Efeitos da secagem intermitente sobre a qualidade das sementes de milho**. 1991. 104f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-USP, Piracicaba, 1991.

VILLELA, F.A. ; SILVA, W.R. Curvas de secagem de sementes de milho utilizando o método intermitente. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, 40 v.1. p.145-153, 1992.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A.A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores (SANEST)**. Pelotas: UFPel, 1984.

WARDYNSKI, F.A.; RUST, S.R.; YOKOYAMA, M.T. Effect of microbial inoculation of high-moisture corn fermentation characteristics, aerobic stability, and cattle performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n.8, p. 2246-2252, 1983.