

ELIZABETH ROSEMEIRE MARQUES

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA, DORMÊNCIA E
ATIVIDADE ENZIMÁTICA DE SEMENTES DE CULTIVARES
DE ARROZ ARMAZENADAS EM DIFERENTES AMBIENTES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2012

ELIZABETH ROSEMEIRE MARQUES

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA, DORMÊNCIA E
ATIVIDADE ENZIMÁTICA DE SEMENTES DE CULTIVARES DE
ARROZ ARMAZENADAS EM DIFERENTES AMBIENTES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 01 de junho de 2012.

Valéria Monteze Guimarães

Sérgio Maurício Lopes Donzeles

Plínio César Soares
(Coorientador)

Roberto Ferreira da Silva

Eduardo Fontes Araújo
(Orientador)

Porque o senhor é quem dá a sabedoria, e de sua boca é que procedem à ciência e a prudência. Prov.2-6

Dedico e ofereço

A meus pais, Geraldo e Maria, irmãos e sobrinhos, pelo amor, incentivo e apoio em todos os momentos de minha trajetória.

AGRADECIMENTOS

A Deus, a quem devo tudo o que sou, por conceder-me saúde e força para a realização desta conquista.

Aos meus pais e irmãos, pelas orações, incentivo e apoio que possibilitaram mais uma conquista.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade da realização do Curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao orientador Dr. Eduardo Fontes Araújo, pela orientação, pelos ensinamentos, pela paciência e sugestões indispensáveis para realização deste trabalho.

Ao co-orientador pesquisador Dr. Roberto Fontes Araújo, pelas sugestões, ensinamentos e disponibilidade durante este trabalho.

Ao co-orientador professor Dr. Sebastião Martins Filho, pela valiosa contribuição, sugestões e disponibilidade.

Ao co-orientador pesquisador Dr. Plínio César Soares, pela contribuição e disponibilidade.

Ao Professor Dr. Eduardo Euclides de Lima e Borges, pelas importantes contribuições na minha tese.

Ao Professor Dr. Roberto Ferreira da Silva, à Professora Dra. Valéria Monteze Guimarães e ao Pesquisador Dr. Sérgio Maurício Lopes Donzeles, pela honrosa participação na banca de defesa.

À Professora Dra. Maria Goreti de Almeida Oliveira, por ceder o laboratório para realização das análises.

Aos amigos Elaine, Camila, Haynna, Débora, Maristela, Patrícia, Delineide, Andressa, João, Paulo, Marcelo, Glauter e Giuliana, pelas contribuições e amizade construída ao longo do curso.

Aos amigos Eduardo e Andressa, pela amizade e ajuda na realização das análises.

Aos colegas do BIOAGRO, pela boa convivência.

À amiga Emanuelle, com a qual convivi durante todo o tempo de doutorado e dividi todas as alegrias e tristezas, obrigada pela amizade.

À Renata e Andiará, pela convivência, amizade e força.

Aos laboratoristas Custódio e José Eduardo, pela ajuda.

A todos aqueles que em algum momento passaram pela minha vida, deixando sempre palavras de amizade, incentivo e em muitos casos, saudades, meus sinceros agradecimentos!

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Dormência e qualidade das sementes durante o armazenamento	3
2.2 Sanidade de sementes	6
2.3 Atividade enzimática	7
2.3.1 Catalase	9
2.3.2 Ascorbato peroxidase	9
2.3.3 α-amilase	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5. CONCLUSÕES	55
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

RESUMO

MARQUES, Elizabeth Rosemeire, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2012. **Qualidade fisiológica e sanitária, dormência e atividade enzimática de sementes de cultivares de arroz armazenadas em diferentes ambientes.** Orientador: Eduardo Fontes Araújo. Coorientadores: Roberto Fontes Araújo, Sebastião Martins Filho e Plínio César Soares.

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo e sua semente, insumo fundamental para a produção de uma lavoura, pode ter a qualidade afetada pelas condições de armazenamento. O objetivo deste trabalho foi avaliar a dormência, qualidade fisiológica, sanidade e atividade enzimática de sementes de cultivares de arroz durante o armazenamento em diferentes ambientes. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia e no Laboratório de Enzimologia, Proteínas e Peptídeos (BIOAGRO) da Universidade Federal de Viçosa - UFV. As sementes foram produzidas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em Lambari-MG. Após a colheita, as sementes de cinco cultivares de arroz (BRSMG Seleta, BRS Ourominas, BRSMG Curinga, BRSMG Relâmpago e BRSMG Caravera) foram secadas ao sol, até atingirem teor de água em torno de 13%. Em seguida foram acondicionadas em embalagem de papel e armazenadas em quatro ambientes: 5 ± 2 °C/ $70\pm 5\%$ UR, 12 ± 2 °C/ $70\pm 5\%$ UR, 18 ± 2 °C/ $65\pm 5\%$ UR e em condição não controlada de temperatura e umidade relativa (laboratório). A qualidade fisiológica, sanidade e atividade enzimática foram avaliadas no início e aos 3, 6, 9 e 12 meses de armazenamento. A qualidade fisiológica foi avaliada pelos testes de germinação, primeira contagem de germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, emergência em areia e índice de velocidade de emergência. Foram determinadas as atividades das enzimas catalase, ascorbato peroxidase e α amilase apenas para as sementes das cultivares Ourominas e Caravera. O experimento foi realizado no esquema de parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizado com três repetições. O fator ambiente foi aplicado nas parcelas, cultivares nas subparcelas e tempo de armazenamento nas subdivididas. A dormência das sementes armazenadas em ambiente de laboratório foi superada em menor tempo que das sementes armazenadas em câmara fria. Apenas as sementes das cultivares Seleta e Ourominas, independente do ambiente,

mantiveram a germinação acima do mínimo exigido para comercialização até os seis meses de armazenamento. Sementes armazenadas em ambiente de laboratório apresentaram qualidade fisiológica inferior. Os principais fungos detectados nas sementes das cultivares de arroz nos diferentes ambientes foram: *Fusarium* spp., *Bipolaris* sp., *Phoma* sp. e *Gerlachia* sp., e os fungos de armazenamento *Aspergillus* spp. e *Penicillium* sp. Os fungos de armazenamento foram detectados aos 3 meses, sofrendo acréscimos durante o armazenamento. Houve aumento da atividade da catalase e ascorbato peroxidase durante o armazenamento e a atividade da α -amilase foi maior no início e aos três meses de armazenamento. As enzimas catalase e ascorbato peroxidase apresentaram potencial como indicadoras da qualidade fisiológica de sementes de arroz.

ABSTRACT

MARQUES, Elizabeth Rosemeire, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, June 2012. **Physiological quality and sanitary, dormancy and enzymatic activity of rice seeds stored in different environments.** Advisor: Eduardo Fontes Araújo. Co-advisors: Roberto Fontes Araújo, Sebastião Martins Filho and Plínio César Soares.

Rice (*Oryza sativa* L.) is one of the most cereals produced and consumed in the world and its seed, fundamental input to produce a crop, can have the quality affected by storage conditions. The objective of this study was to evaluate dormancy, physiological quality, health and enzymatic activity of seeds of rice cultivars during storage in different environments. The experiments were conducted in the Seed Analysis Laboratory of the Crop Science Department and in the Laboratory of Enzymology, Protein and Peptides (BIOAGRO) in the Federal University of Viçosa - UFV. Seeds were produced by the Agricultural Research Company in Minas Gerais (EPAMIG), in Lambari-MG. After harvesting, the seeds of five rice cultivars (BRSMG Seleta, BRS Ourominas, BRSMG Curinga, BRSMG Relâmpago and BRSMG Caravera) were dried in the sun, to reach moisture content at around 13%. Then, they were packed in paper and stored in four environments: 5 ± 2 °C / 70 ± 5 % RH, 12 ± 2 °C / 70 ± 5 % RH, 18 ± 2 °C / 65 ± 5 % RH and in uncontrolled condition of temperature and relative humidity (laboratory). Physiological quality, health and enzymatic activity were evaluated at the beginning and at 3, 6, 9 and 12 months of storage. Physiological quality was evaluated by germination test, first germination counting, electrical conductivity, accelerated aging, sand emergence and emergence velocity index. The activities of catalase, ascorbate peroxidase and α -amilase, only in seeds Ourominas and Caravera cultivars were determined. The experiment was conducted in split split plots in a completely randomized design with three replications. Environmental factor was applied in the plots, cultivars in the subplots and storage time in subsubplots. The dormancy of seeds stored in the laboratory environment was exceeded in a shorter time than the dormancy of seeds stored in cold. Only seeds from Seleta and Ourominas cultivars, regardless the environment, maintained germination above the minimum required for commercialization until six months of storage. Seeds stored in the laboratory environment showed low physiological quality. The main fungi detected in seeds of rice in the different environments were: *Fusarium* spp., *Bipolaris* sp., *Phoma* sp. and

Gerlachia sp., and storage fungi *Aspergillus* spp. and *Penicillium* sp. Storage fungi appeared in 3 months and increased during storage period. Catalase and ascorbate peroxidase activity increased during storage period and α -amilase activity were higher in the beginning and at 3 months of storage. Enzymes catalase and ascorbate peroxidase can be used as an indicator of physiological quality of rice seeds.

1. INTRODUÇÃO

O arroz é considerado o cultivo alimentar de maior importância em muitos países em desenvolvimento, principalmente na Ásia e Oceania. É cultivado e consumido em todos os continentes, onde se destaca pela produção e área de cultivo, desempenhando papel estratégico tanto no aspecto econômico quanto social.

A produção nacional de arroz está distribuída pelos seguintes estados: Rio Grande do Sul, 64,4%; Santa Catarina, 8,3%; Mato Grosso, 5,4% e Maranhão, 4,4%, com uma área de 2,6 milhões de hectares em 2010/2011. O consumo está entre 12,5 a 13 milhões de toneladas por ano. As projeções de produção e consumo de arroz mostram uma situação estreita entre essas duas variáveis, havendo necessidade de importações de arroz nos próximos anos (MAPA, 2011).

Em Minas Gerais, nos últimos anos, com base em resultados de pesquisas obtidos pelos Programas de Melhoramento Genético de arroz de várzeas e de terras altas da EPAMIG, foram lançadas várias cultivares de arroz. Dentre as cultivares de terras altas destacam-se a Caravera, Curinga e Relâmpago, que apresentam características como alto potencial genético para produção de grãos, resistência à seca, ciclo precoce a médio, boa qualidade culinária e industrial dos grãos. Para as cultivares Seleta e Ourominas é recomendado o cultivo em várzeas e também possuem alto potencial produtivo, ciclo médio, ótima qualidade culinária e industrial dos grãos.

Após o lançamento das cultivares, a próxima etapa é a de multiplicação das sementes, para que tenha quantidade de material suficiente para atender à demanda dos agricultores. Normalmente, antes do lançamento das cultivares de arroz, são raros os estudos para verificar o comportamento das sementes dessas cultivares quanto à sua qualidade fisiológica, dormência, armazenamento e outros fatores.

A qualidade do material a ser semeado é fator relevante no empreendimento agrícola e, nesse contexto, torna-se fundamental a qualidade fisiológica dos lotes de sementes. Dentre os principais fatores que podem interferir na germinação e no vigor das sementes, destacam-se as condições de armazenamento.

No programa interno de controle de qualidade das empresas produtoras de sementes, o monitoramento do potencial fisiológico de sementes dormentes de arroz é um aspecto fundamental, principalmente quando se quer encontrar indicadores que

possam determinar a velocidade com que a dormência vem sendo superada (VIEIRA et al., 2000).

No que se refere às condições de armazenamento, a umidade e a temperatura são os fatores que mais afetam a preservação da qualidade das sementes e a sua condução de forma regular e eficiente refletirá na viabilidade das sementes.

As sementes podem ser infectadas por vários fungos, desde a sua formação, durante o seu desenvolvimento e também após a colheita, no armazenamento. Sendo assim, as sementes podem permitir a sobrevivência e veiculação de patógenos, bem como a proliferação de fungos de armazenamento, responsáveis pela sua deterioração (FERNANDES e OLIVEIRA, 1997).

O desafio das pesquisas sobre testes de vigor estão na identificação de características relacionadas à deterioração das sementes que precedem a perda da capacidade germinativa. Desta forma, torna-se importante o uso de testes que possibilitem a detecção dos estádios iniciais da deterioração, relacionados ao sistema de membranas e atividade enzimática.

As enzimas têm sido utilizadas na avaliação de alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes armazenadas (CAMARGO et al., 2000; SANTOS et al., 2005).

São poucos os trabalhos disponíveis na literatura que abordam alterações fisiológicas e bioquímicas no armazenamento de sementes de cultivares de arroz, como exemplo, sua relação com a atividade enzimática.

Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar a dormência, o comportamento da qualidade fisiológica, sanitária e a atividade enzimática das sementes de cultivares de arroz de várzeas e terras altas durante o armazenamento em diferentes condições ambientais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma planta monocotiledónea da família *Poaceae* cujo processo evolutivo tem levado a sua adaptação às mais variadas condições ambientais, podendo ser cultivado em ecossistemas de várzeas, sendo irrigado por inundação controlada, ou no sistema de terras altas, no qual a cultura poderá ser conduzida sem irrigação, dependendo da água provinda da chuva, ou com irrigação suplementar, através de aspersão (GUIMARÃES et al., 2006). A planta de arroz é formada por raízes, caule, folhas e conjunto de espiguetas, o qual é chamado de panícula.

Botanicamente, o fruto das gramíneas é um fruto-semente conhecido como cariopse ou grão, cujo tegumento que envolve a semente encontra-se diretamente ligado ao pericarpo, membrana que envolve o fruto. No caso do arroz, toda essa estrutura encontra-se envolvida pelas glumas, lema e pálea, que constituem a casca. A coloração da cariopse varia do branco ao preto, sendo que a variação deve-se a presença de pigmentos antociânicos localizados no pericarpo (NEDEL et al., 2004).

2.1 Dormência e qualidade das sementes durante o armazenamento

A semente é um dos insumos mais importantes na agricultura moderna e, dentre as várias etapas pelas quais passa após a colheita, o armazenamento constitui etapa obrigatória de um programa de produção, assumindo importante papel, principalmente no Brasil, devido às condições climáticas tropicais e subtropicais. Nessa fase, os produtores necessitam ter cuidados visando à preservação da qualidade, diminuindo a velocidade do processo deteriorativo. A semente é o veículo que leva ao agricultor todo o potencial genético de uma cultivar com características superiores. Novas cultivares melhoradas tornam-se insumos agrícolas quando suas sementes de alta qualidade estão disponíveis aos agricultores e são por eles semeadas (PESKE et al., 2006).

A dormência é uma característica determinada por fatores genéticos, mas a sua indução ocorre devido à influência do ambiente durante a maturação. Sendo atribuída a várias causas, pode-se esperar que um mesmo fator do ambiente possa proporcionar vários efeitos, de acordo com a espécie considerada, dependendo do mecanismo endógeno envolvido (MARCOS FILHO, 2005).

O comportamento é diferenciado de acordo com a cultivar e o sistema de cultivo, sendo mais intensa no sistema de várzeas. Em geral, as cultivares pertencentes à subespécie índica apresentam maior dormência do que aquelas pertencentes à subespécie japônica (ROBERTS, 1963). As espécies cultivadas de arroz africano e as espécies selvagens apresentam dormência mais forte do que as índicas (TANG e CHIANG, 1955; MISRO e MISRA, 1969). A dormência das sementes pode ser induzida durante seu desenvolvimento, sendo afetada pela temperatura, luz, umidade e pelas condições nutricionais da planta (TAKAHOSHI, 1995).

Em arroz, a dormência é entendida como uma resistência à germinação pré e pós-colheita (FOLEY e FENNIMORE, 1998) e inúmeras causas são definidas como responsáveis por esse evento. Entre elas, destaca-se a necessidade de O₂ nas fases iniciais do processo de germinação. Fatores químicos e físicos estão envolvidos na casca, determinando ausência de germinação.

Segundo MARCOS FILHO (2005), a inibição da germinação pode ser provocada por substâncias presentes na cobertura ou na parte interna das sementes, que bloqueiam o metabolismo preparatório para a germinação ou impedem o livre acesso do oxigênio ao embrião ou a liberação de gás carbônico. São conhecidos vários tipos de inibidores da germinação. Dentre eles, destacam-se taninos, ácidos fenólicos, aldeídos e alcalóides.

Dentre determinados produtos químicos inibidores, que podem ser detectados na cobertura (glumelas) das sementes (KETRING, 1997), destacam-se os compostos fenólicos, além da presença de agentes oxidantes que promovem oxidação, com o decréscimo na concentração de O₂. Nesse sentido, a associação dos compostos fenólicos com a alta atividade respiratória nos tecidos de cobertura da semente limita a disponibilidade de O₂ para o embrião (BEWLEY e BLACK, 1994). Portanto, durante o armazenamento das sementes por um determinado período, existe a possibilidade de ocorrer a difusão lenta e paulatina de O₂ para o seu interior, determinando a redução gradativa da quantidade dos inibidores da germinação, favorecendo, desse modo, a superação da dormência e, conseqüentemente, a sua germinação (OLATOYE e HALL, 1972).

VIEIRA et al. (2008) verificaram que o tempo e as condições de armazenamento influenciam na superação da dormência das sementes de arroz; Em

ambiente de armazém convencional, sementes de arroz superam a dormência em períodos de tempos menores que as sementes armazenadas em câmara fria e seca.

O armazenamento age direta e lentamente na superação da dormência das sementes de arroz recém colhidas, volatilizando os compostos fenólicos e outros inibidores da germinação presentes no endosperma, embrião e casca, que reduzem a disponibilidade de O₂ para o embrião. O período de dormência das sementes de arroz é variável entre cultivares, podendo persistir em algumas durante 90 a 120 dias (FRANCO et al., 1997).

Durante o período de armazenamento, a temperatura e a umidade relativa do ar são os principais fatores físicos que afetam a preservação da qualidade das sementes. A umidade relativa é muito importante, dada a sua relação direta com o grau de umidade das sementes, uma vez que o aumento no teor de água da semente eleva a sua atividade metabólica. MARCOS FILHO (2005) relata que normalmente a baixa umidade relativa do ar é um dos mais importantes fatores na manutenção da germinação e vigor das sementes de grandes culturas. Segundo BEWLEY e BLACK (1994), a temperatura contribui significativamente, influenciando a velocidade dos processos bioquímicos e interferindo, indiretamente, no teor de água das sementes. Portanto, o período de viabilidade das sementes pode ser aumentado pela redução da umidade e da temperatura de armazenamento; este procedimento reduz a taxa respiratória das sementes, conseqüentemente, minimiza a degradação do seu tecido de reserva.

FONSECA et al. (1979), avaliando a conservação das sementes de arroz sob três sistemas de armazenamento, observaram que o simples fato de ter controlado a umidade relativa do ar, como foi o caso do armazenamento em câmara seca, aumentou consideravelmente a longevidade das sementes.

MACEDO et al. (1999) observaram que sementes de arroz armazenadas em Campinas, com temperatura média de 21°C e umidade relativa média de 72%, tiveram a qualidade fisiológica reduzida a partir do oitavo mês de armazenamento, independente da embalagem utilizada.

FIGUEIREDO et al. (1998), avaliaram sementes de arroz armazenadas em diferentes embalagens e nas condições ambientais de três localidades do estado do Paraíba, que caracteriza-se por apresentar temperatura média anual que varia entre 24°C e 27°C e umidade relativa média anual de 64%. Verificaram menores perdas na qualidade fisiológica na localidade de Campina Grande, no final dos seis meses,

devido à melhor condição deste ambiente. SMIDERLE e DIAS (2011) observaram que sementes de arroz produzidas e armazenadas no cerrado de Roraima que apresenta temperatura média anual de 25°C com mínima de 15°C e máxima de 38°C e umidade relativa média anual que varia de 65% a 90%, mantiveram a qualidade fisiológica por doze meses

VIEIRA et al. (2002), avaliando sementes de arroz armazenadas em quatro localidades do estado de Minas Gerais, por 30 meses, verificaram que Patos de Minas e Janaúba apresentaram melhores condições para o armazenamento em relação à Leopoldina e Lambari, com a preservação do percentual de germinação acima de 80%. Este fato pode ser explicado devido às menores umidades relativas, assim como às menores variações de temperatura, ocorridas nestas regiões durante o referido período.

2.2 Sanidade de sementes

As sementes constituem-se em importantes e eficientes veículos de disseminação de patógenos, os quais podem causar doenças nas mais diferentes culturas (MACHADO, 1986).

Entre os agentes patogênicos que estão associados às sementes, o grupo dos fungos é a sua maioria, seguido pelas bactérias, vírus e nematóides. Os fungos reduzem a qualidade das sementes devido ao aquecimento provocado pela respiração e ao consumo ou alterações na constituição das reservas, as quais causam a descoloração da semente e a produção de micotoxinas, inibidoras de proteínas e de ácidos nucléicos (MACHADO, 2000).

Os principais fungos presentes na cultura do arroz são tradicionalmente divididos em fungos de campo e de armazenamento. Os primeiros invadem as sementes ainda no campo (*Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Gerlachia* sp., *Dreschlera* spp., *Curvularia* sp., *Phoma* sp., *Nigrospora* sp. e *Bipolaris* sp.), requerendo, para o seu crescimento, umidade relativa superior a 80%. O tempo de sobrevivência desses fungos nas sementes está diretamente relacionado com as condições do ambiente de armazenamento (BERJAK, 1987; MERONUCK, 1987). Os fungos de armazenamento (*Aspergillus* spp. e *Penicillium* sp.) estão presentes nas sementes recém-colhidas, geralmente em porcentagens muito baixas. De acordo com TANAKA et al. (2001), as mesmas condições de armazenamento, que permitem a preservação da viabilidade das sementes, podem favorecer a sobrevivência de muitos

patógenos importante para a cultura. São capazes de sobreviver em ambiente com baixa umidade, proliferando em sucessão aos fungos de campo e causando a deterioração das sementes (WETZEL, 1987; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Quando as sementes são secadas para posterior armazenamento, os fungos de campo sobrevivem sob formas de resistência e, dependendo da temperatura e umidade relativa do ambiente, do teor de água das sementes e do grau de infestação, esses patógenos podem ou não sobreviver.

MACEDO et al. (2002), avaliando sementes de arroz armazenados por 12 meses em Campinas, com umidade relativa média de 72% e temperatura média de 21 °C, observaram que todos os fungos considerados de campo sofreram decréscimo na porcentagem de incidência e os fungos considerados de armazenamento apareceram após quatro a seis meses de armazenamento, coincidindo com o aumento do grau de umidade das sementes. CORNÉLIO et al. (1997) e QUAGLIARIELLO et al. (1997) também constataram tendência de diminuição na incidência de fungos de campo com o decorrer do tempo em sementes de arroz armazenadas em armazém convencional.

2.3 Atividade enzimática

O processo de deterioração em sementes compreende uma seqüência de alterações bioquímicas e fisiológicas iniciadas logo após a maturidade fisiológica, que acarretam redução de vigor, culminando na perda da capacidade de germinação.

A perda da viabilidade das sementes no processo de deterioração é precedida pela redução na capacidade de sintetizar proteínas, devido ao declínio de componentes como ribossomos, RNA mensageiro e alterações em nível de transcrição e tradução, com o envelhecimento das sementes (VIEIRA et al., 2000).

A integridade e o metabolismo celular dependem da grande variedade de enzimas e proteínas estruturais de cada espécie.

As principais alterações relacionadas ao processo de deterioração são redução da atividade respiratória (FERGUSON et al., 1990), degradação e inativação de enzimas (COPELAND e MCDONALD, 1995). Estes autores observaram que, para detectar o início da deterioração das sementes, as avaliações mais sensíveis são aquelas que medem a atividade de certas enzimas associadas com a quebra das reservas ou com a biossíntese em tecidos novos.

Enzimas são, em sua maioria, proteínas com atividade catalítica. Praticamente todas as reações que caracterizam o metabolismo celular são catalisadas por enzimas.

Como catalisadores celulares extremamente poderosos, as enzimas aceleram a velocidade de uma reação, sem, no entanto, participar dela como reagente ou produto. São capazes de realizar e controlar todos os processos bioquímicos que caracterizam um organismo vivo.

As enzimas catalisam todos os processos metabólicos na digestão, translocação e utilização de reservas. Assim, os marcadores moleculares de proteínas têm sido utilizados em várias pesquisas para a elucidação do processo de deterioração de sementes sob diferentes condições.

De acordo com SPINOLA et al. (2000), as alterações de enzimas podem ser marcadores mais efetivos do que os testes utilizados para avaliação da qualidade fisiológica, por detectar alterações metabólicas no início do processo de deterioração das sementes, durante o armazenamento.

Devido ao aumento no processo de deterioração das sementes, as células são dotadas de mecanismos protetores de defesa contra EROs (espécies reativas do oxigênio), prevenindo a sua formação e promovendo a remoção das formas reativas produzidas (ALSCHER et al., 2002), através dos sistemas antioxidantes enzimáticos (ARRIGONI et al., 1992; CHAITANYA et al., 2000; TOMMASI et al., 2001; BAILLY, 2004).

O termo “estresse oxidativo” refere-se a uma situação de sérios desequilíbrios entre a produção de EROs e as defesas antioxidantes. Em princípio, o estresse oxidativo pode resultar na diminuição dos antioxidantes, ou então, no aumento da produção de EROs. O aumento da atividade dessas enzimas indica a evolução da deterioração, devido à necessidade de atuação mais intensa das enzimas participantes do complexo antioxidante (MARCOS FILHO, 2005).

Quando o estresse oxidativo ocorre, a célula age contra o efeito oxidante para restaurar o balanço redox. Desta maneira, a atividade celular conduz à ativação ou ao silenciamento dos genes que codificam enzimas de defesa, fatores de transcrição e proteínas estruturais (SCANDALIOS, 2005).

Os mecanismos antioxidantes enzimáticos nas plantas incluem enzimas como a catalase (CAT), superóxido-dismutase (SOD), ascorbato-peroxidase (APX), glutathione-peroxidase (GPX), glutathione reductase (GR), polifenoloxidase (PPO) e a guaiacol-peroxidase (POD) que participam diretamente na remoção da EROs ou que catalisam reações de formação/regeneração de moléculas para o seqüestro da EROs (GRATÃO et al., 2005).

2.3.1 Catalase (CAT; E.C. 1.11.1.6)

A catalase é uma enzima intracelular, encontrada no glioxissoma nos vegetais, com capacidade de transformar formas reativas de oxigênio em formas inofensivas, bem como a decomposição do peróxido de hidrogênio. É uma proteína tetramérica que catalisa a conversão do peróxido de hidrogênio em água (LEHNINGER, 2006).



Quando a semente é envelhecida, ocorre maior peroxidação dos lipídios e redução na atividade das enzimas removedoras de peróxidos.

VIEIRA et al. (2011), avaliando a atividade da esterase e catalase em sementes de arroz durante o armazenamento, em temperatura de 9 °C e umidade relativa de 48%, verificaram, de uma maneira geral, aumento da esterase durante o armazenamento, indicando maior deterioração das sementes. A esterase é uma enzima ligada ao metabolismo de lipídios e ao processo degenerativo de membranas celulares (SANTOS et al., 2004). Entretanto, com os resultados das enzimas catalase e esterase não se pode concluir, com consistência, que elas são eficientes indicadores da qualidade fisiológica das sementes de arroz.

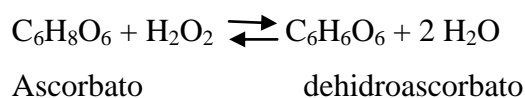
FERREIRA et al. (2007) observaram maior atividade das enzimas catalase e superóxido dismutase em sementes de milho tratadas com bioestimulante e armazenadas por seis meses, em relação às das sementes tratadas na pré-semeadura.

2.3.2 Ascorbato peroxidase (APX; E.C. 1.11.1.11)

A enzima ascorbato peroxidase é uma oxidoreductase que protege as células contra o peróxido de hidrogênio sob condições normais, bem como em condições estressantes. O aumento da atividade do ascorbato peroxidase, em resposta a estresses ambientais como calor, frio, seca, salinidade, intoxicação por metais, ozônio, alta intensidade luminosa e ataque por patógenos, entre outros, tem sido relatado em diferentes espécies de plantas (YOSHIMURA et al., 2000; MITTOVA et al., 2004; SHARMA e DUBEY, 2004; CAVERZAN, 2008). Esses dados indicam que esta enzima desempenha papel importante na desintoxicação de EROs produzidas em condições de estresse (SHIGEOKA et al., 2002).

O APX participa no ciclo da glutathiona-ascorbato e desempenha um papel importante no metabolismo do H₂O₂ das plantas superiores, compreendendo uma série de isoenzimas com diferentes características responsáveis pela sua degradação (SHIGEOKA et al., 2002).

O ascorbato atua como substrato doador de elétrons (reductor) sobre o H₂O₂ nos cloroplastos e citosol, e a ocorrência do APX nas plantas superiores demonstra a importância do ascorbato como agente reductor na desintoxicação do H₂O₂ nos organismos fotossintéticos. Níveis elevados de ascorbato endógeno são essenciais para manter o sistema antioxidante enzimático que protege as plantas dos danos oxidativos do estresse biótico e abiótico (SHIGEOKA et al., 2002). O APX pode ser encontrado em vários compartimentos celulares das plantas, tais como: cloroplastos, mitocôndrias, apoplasto, citosol e peroxissomas (MITTLER et al., 2004), aumentando a sua atividade em resposta ao estresse oxidativo.



2.3.3 α - Amilase (E.C. 3.2.1.1)

A produção e a quantidade de certos metabólitos podem ser uma indicação da condição de dormência das sementes (VIEIRA et al., 2000). Dentro de um grupo de enzimas, a α e a β -amilases estão envolvidas no principal sistema de degradação do amido (NEDEL et al., 2004).

O embrião produz a giberelina, que é transportada até a camada de aleurona, estimulando a síntese de hidrolases, principalmente a α -amilase, que são secretadas para o endosperma, onde, juntamente com as outras enzimas reativadas e/ou sintetizadas “de novo”, irão degradar o amido. VIEIRA et al. (2002), estudando a eficiência da aplicação da giberelina em quatro concentrações e três tempos de embebição para superar a dormência em sementes de arroz, observaram que o aumento da concentração de giberelina e do tempo de embebição das sementes propiciou aumento na atividade da α - amilase.

A ocorrência desta enzima é amplamente distribuída nas plantas, principalmente associada com a β - amilase. Um grande número de tipos de dormência de sementes decorre do bloqueio da ação da α - amilase.

O desenvolvimento da atividade da α -amilase constitui um importante evento, que pode ser detectado durante o início da germinação das sementes, sendo seu principal papel disponibilizar substratos para utilização da plântula até que ela se torne fotossinteticamente auto-suficiente.

VIEIRA et al. (2000), estudando alterações fisiológicas e enzimáticas em sementes dormentes de arroz armazenadas em diferentes ambientes, observaram que a atividade da enzima α -amilase aumenta à medida que a dormência das sementes de arroz é superada, durante o período de armazenamento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, com sementes de cinco cultivares de arroz (BRSMG Seleta, BRS Ourominas, BRSMG Curinga, BRSMG Relâmpago e BRSMG Caravera), que foram produzidas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em Lambari-MG, na safra 2009/2010.

Logo após a colheita, as sementes foram trilhadas e secadas ao sol, até atingirem teor de água em torno de 13%.

As sementes foram acondicionadas em embalagem de papel e armazenadas em quatro ambientes: câmara fria (5 ± 2 °C, $70\pm 5\%$ de umidade relativa), câmara fria (12 ± 2 °C, $70\pm 5\%$ de umidade relativa), sala refrigerada (18 ± 2 °C, $65\pm 5\%$ de umidade relativa) e em ambiente de laboratório (sem controle de temperatura e umidade relativa). Durante o armazenamento, foram feitos os monitoramentos da temperatura e umidade relativa do ambiente (Figura 1).

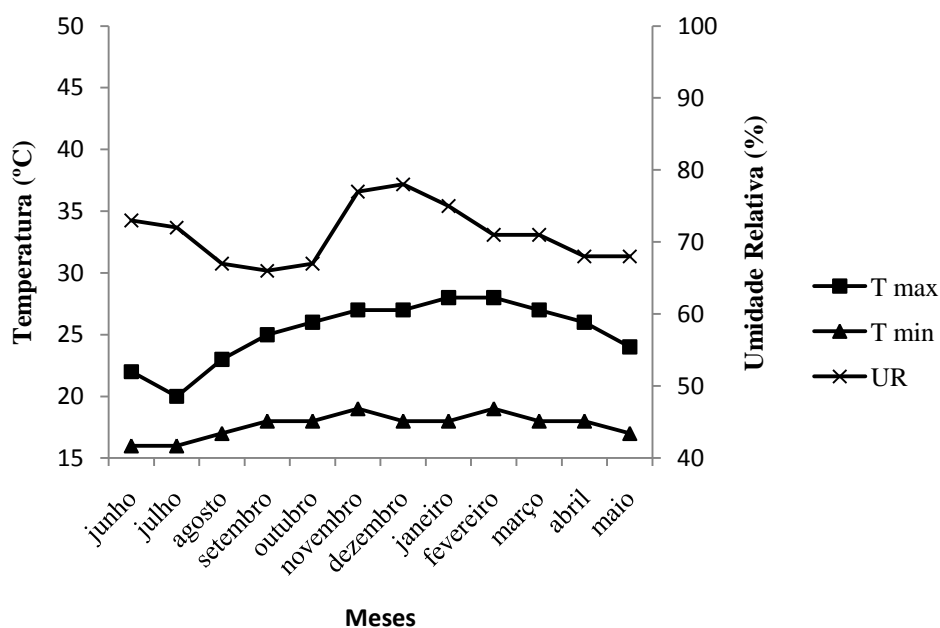


Figura 1. Médias mensais das temperaturas máximas (Tmax) e mínimas (Tmin) e umidade relativa do ar em ambiente de laboratório, de junho de 2010 (início do experimento) a maio de 2011 (fim do experimento).

Antes do armazenamento e após 3, 6, 9 e 12 meses as sementes foram avaliadas, conforme metodologias a seguir:

Teor de água - Foi determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas, utilizando-se duas amostras de cada repetição, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de teor de água.

Germinação – Foram utilizadas quatro amostras de 50 sementes por repetição, tratadas com o fungicida Captan, na dose de 2,4 g de produto por Kg de semente. Em seguida foram semeadas em papel germitest (3 folhas) umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos confeccionados foram mantidos em germinador a 25 °C. As avaliações foram efetuadas aos 5 e 14 dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Primeira contagem de germinação – Foi realizada concomitantemente com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do referido teste. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Emergência em casa de vegetação - As sementes foram semeadas em bandejas plásticas, utilizando-se areia como substrato. A semeadura foi feita em linhas espaçadas de 10 cm entre si e 3 cm de profundidade com 4 amostras de 50 sementes por repetição. A umidade do substrato foi mantida com irrigações diárias. Na última contagem, foi determinado o número de plântulas emergidas (NAKAGAWA, 1999). Os resultados foram expressos em porcentagem.

Índice de velocidade de emergência (IVE) - Foi obtido em conjunto com o teste de emergência; o número de plântulas emergidas foi anotado diariamente no mesmo horário, a partir da emergência da primeira plântula e prosseguiu até a sua estabilização. O IVE das plântulas foi calculado empregando-se a fórmula proposta por MAGUIRE (1962):

$$\text{IVE} = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$$

Em que:

IVE – índice de velocidade de emergência

E_1 , E_2 e E_n - número de plântulas emergidas computadas na primeira, segunda até a última contagem.

N_1 , N_2 e N_n - número de dias da semeadura, primeira, segunda até a última contagem.

Condutividade elétrica - Foi conduzida com quatro amostras de 50 sementes por repetição, previamente pesadas em balança de precisão e colocadas em copo com 75

mL de água deionizada. Os copos contendo as sementes e a água foram colocados em câmara de germinação (tipo BOD) e mantidos em temperatura constante de 25 °C. Após 24 horas de embebição, foi realizada a leitura da condutividade elétrica em um condutivímetro Digimed CD-21, pela metodologia descrita por VIEIRA e KRZYZANOWSKI (1999). Os resultados foram expressos em $\mu\text{s cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de semente.

Envelhecimento acelerado - Foram utilizadas caixas plásticas transparentes com tampa (gerbox), dentro das quais foram adicionados 40 mL de água destilada. Acima da água, foi colocada uma tela, contendo as sementes em camada única; para cada repetição foram utilizadas quatro amostras de 50 sementes. Em seguida, as caixas plásticas foram colocadas em câmara do tipo BOD, regulada na temperatura de 42 °C, onde permaneceram por 120 horas (MARCOS FILHO, 1994). Ao final do período de envelhecimento, as sementes foram retiradas das câmaras para a realização dos testes de germinação, conforme descrito anteriormente, com contagem das plântulas normais aos 5 dias após a semeadura (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem.

Avaliação da qualidade sanitária das sementes

Foram utilizadas oito amostras de 25 sementes por repetição, desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio 1%, distribuídas em caixas de plástico transparente (gerbox) sobre duas folhas de papel filtro esterilizadas e umedecidas com água destilada e esterilizada. A incubação foi realizada em câmara com temperatura controlada a 22 ± 3 °C, com 12 horas de luz branca/ 12 horas de escuro. Após sete dias cada semente foi examinada separadamente sob microscópio estereoscópico. A identificação foi feita com base na esporulação dos fungos.

Ensaio enzimáticos

Foram utilizadas sementes de apenas duas das cultivares de arroz; Ourominas, de sistema de cultivo de várzea, e Caravera, de sistema de cultivo de terras altas, devido à quantidade de sementes disponível. Na avaliação da atividade enzimática, as sementes foram semeadas em rolos de papel germitest umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco. Os rolos foram mantidos em germinadores à temperatura de 25 °C, por 48 horas, para análise das enzimas catalase e ascorbato peroxidase e por 70 horas para análise da enzima α -

amilase. Após esse período, o sistema radical e a parte aérea das plântulas foram retirados, as sementes foram colocadas em pacotes de alumínio e congeladas com a utilização de nitrogênio líquido. Depois de congeladas, foram armazenadas em deep freezer a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ para posterior análise enzimática.

Os extratos enzimáticos brutos, usados para as determinações das atividades da catalase (CAT), ascorbato peroxidase (APX) e α amilase, foram obtidos por meio da metodologia descrita por HODGES et al. (1997), com pequenas adaptações. Para a extração da catalase e ascorbato peroxidase foram utilizados 2 mL do tampão fosfato 50 mM, pH 7.8 e 0,02 g de polivinilpirrolidona (PVPP) e para α amilase foram utilizados 2 mL do tampão fosfato de sódio 0,02 M, pH 6.9 que foram adicionados a 0,2 g de material vegetal triturados em gelo, usando gral e pistilo. Em seguida o extrato foi centrifugado a 17.000 xg, durante 30 minutos, a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. O sobrenadante foi utilizado para determinação da atividade enzimática e quantificação das proteínas.

Atividade da catalase: A atividade da catalase foi determinada pelo ensaio contendo 150 μL do extrato enzimático bruto e 1350 μL de um meio de reação constituído de: 850 μL de tampão fosfato 50 mM, pH 7,8 e 500 μL de H_2O_2 0,97 M (adaptado de HODGES et al., 1997). O decréscimo na absorvância a 240 nm, à temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, foi medido durante 2 minutos de reação a cada 10 segundos, sendo a atividade da CAT determinada com base na inclinação da reta após o início da reação. A atividade enzimática foi calculada utilizando-se o coeficiente de extinção molar de 36 M cm^{-1} (ANDERSON et al., 1995). Uma unidade de atividade (U) foi definida como a quantidade de enzima necessária para converter 1 mmol de substrato em produto por minuto, nas condições do ensaio.

Atividade do ascorbato peroxidase: A atividade da ascorbato peroxidase foi determinada pelo ensaio contendo 100 μL do extrato enzimático bruto e 1400 μL de um meio de reação constituído de: 700 μL de tampão de fosfato 50 mM, pH 7,6, 400 μL de ácido ascórbico 0,25 mM contendo EDTA 0,1 mM, e 300 μL de H_2O_2 0,3 mM (adaptado de RAMALHEIRO, 2009). O decréscimo na absorvância a 290 nm, à temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, foi medido durante 2 minutos com intervalo de 10 segundos entre cada leitura, sendo a atividade da APX determinada com base na inclinação da reta após o início da reação. A atividade enzimática foi calculada utilizando-se o coeficiente de extinção molar de $2,8\text{ mM cm}^{-1}$ (NAKANO e ASADA, 1981). Uma

unidade de atividade (U) foi definida como a quantidade de enzima necessária para converter 1 μmol de substrato em produto por minuto, nas condições do ensaio.

Atividade α amilase: A atividade da α amilase foi determinada pela formação de açúcar redutor a partir do amido, usando o reagente de DNS (MILLER, 1959) pelo ensaio contendo em tubos de vidro 50 μL do extrato enzimático e 450 μL de amido 1%; após 5 minutos de reação foram adicionados 500 μL da solução de ácido dinítrosalicílico - 3,5; em seguida os vidros foram colocados para ferver durante cinco minutos. Depois de resfriados, foram adicionados a todos 3 mL de água deionizada. A leitura foi realizada em comprimento de onda de 540 nm.

Determinação da concentração de proteína

A concentração de proteínas para todas as amostras foi determinada pelo método de BRADFORD (1976), utilizando-se curva padrão construída com albumina sérica bovina (BSA), de 2,5 a 50 μg de proteína.

Delineamento Estatístico

O experimento foi realizado utilizando o delineamento inteiramente casualizado com três repetições, no esquema de parcelas subdivididas. O fator ambiente foi aplicado nas parcelas, cultivares na subparcelas e tempo de armazenamento nas subdivididas. Na análise de variância, independentemente da significância, optou-se por desdobrar a interação ambiente x cultivar x armazenamento. Os níveis dos fatores ambientes e cultivares foram comparados pelo teste de Tukey (5%) e o fator armazenamento submetido à análise de regressão. Para análise dos dados foi utilizado o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (SAEG, 2007).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na caracterização da germinação e dormência das sementes de cultivares de arroz recém colhidas (Tabela 1), observou-se baixa porcentagem de dormência entre as cultivares. A mais elevada foi encontrada para a cultivar Ourominas (17%), seguida pela cultivar Seleta (13%), que são cultivares de várzea. As sementes das demais cultivares, que são de terras altas, apresentaram menores porcentagens de dormência.

VIEIRA et al. (2002) também observaram que a dormência é mais intensa logo após a colheita nas cultivares de várzeas do que nas de terras altas.

Tabela 1. Resultados (%) do teste de germinação e dormência de cultivares de arroz antes do armazenamento

Cultivares	% Germinação	% Dormência
Seleta	66	13
Ourominas	69	17
Curinga	77	6
Relâmpago	82	2
Caravera	75	5

Na Tabela 2 encontram-se os resultados dos teores de água de sementes de cinco cultivares de arroz, durante o armazenamento nos diferentes ambientes. Verificou-se que o teor de água inicial variou de 13,0 a 13,7%, que praticamente pode ser considerado semelhante. Durante o armazenamento, a variação do teor de água foi inferior a 1%, sugerindo que, nessas condições de armazenamento, o teor de água das sementes das cultivares estava próximo ao equilíbrio higroscópico por ocasião do armazenamento. Praticamente, o teor de água das sementes foi semelhante entre cultivares, ambiente e períodos de armazenamento. Conseqüentemente, deve-se considerar o efeito diferenciado apenas das temperaturas na qualidade fisiológica, sanitária e na atividade enzimática das sementes durante o armazenamento.

Tabela 2. Teor de água (%) de sementes de cultivares de arroz, durante o armazenamento em diferentes condições ambientes

Cultivares	Ambientes	Tempo de armazenamento (meses)				
		0	3	6	9	12
Seleta	5°C/70% UR	13,6	12,8	13,5	14,0	13,8
	12°C/70%UR	13,6	12,8	13,7	14,0	13,8
	18°C/ 65%UR	13,6	13,0	13,1	13,8	13,4
	Laboratório	13,6	13,2	13,5	14,5	14,0
Ourominas	5°C/70% UR	13,6	13,0	12,9	14,0	13,6
	12°C/70%UR	13,6	12,9	13,5	14,0	13,6
	18°C/ 65%UR	13,6	12,9	13,5	13,6	13,3
	Laboratório	13,6	13,5	13,5	14,6	14,1
Curinga	5°C/70% UR	13,7	13,1	13,5	14,0	13,7
	12°C/70%UR	13,7	12,8	13,5	14,0	13,8
	18°C/ 65%UR	13,7	12,9	13,3	13,8	13,3
	Laboratório	13,7	13,3	13,5	14,6	14,1
Relâmpago	5°C/70% UR	13,0	12,8	13,1	14,3	14,0
	12°C/70%UR	13,0	13,3	13,6	14,0	13,6
	18°C/ 65%UR	13,0	13,0	13,7	13,8	13,4
	Laboratório	13,0	13,4	13,6	14,2	13,8
Caravera	5°C/70% UR	13,3	12,8	13,6	14,6	14,2
	12°C/70%UR	13,3	12,9	13,7	14,2	13,8
	18°C/ 65%UR	13,3	13,1	12,6	13,8	13,4
	Laboratório	13,3	13,3	13,6	14,4	14,0

RAZERA et al.(1986) observaram que sementes de arroz, armazenadas em diferentes embalagens, entraram em equilíbrio higroscópico com o ambiente de Campinas (temperatura média de 21°C e umidade relativa média de 71%) aos três meses, apresentando teor de água em torno de 12% .

Na Figura 2 encontram-se os resultados do comportamento germinativo das sementes das cinco cultivares durante o armazenamento em cada ambiente. Em relação às sementes armazenadas no ambiente de 5 °C, verifica-se que a germinação máxima na cultivar Seleta foi de 84% aos 6,8 meses de armazenamento e para a Ourominas foi de 85%, aos 6,1 meses. No ambiente de 12 °C, a germinação máxima nas cultivares Seleta foi de 84% aos 6,2 meses, Ourominas 83% aos 6,4 meses e Caravera 81% aos 6,2 meses. No ambiente de 18 °C a germinação máxima nas cultivares Seleta foi de 84% aos 7 meses, Ourominas 85% aos 6,9 meses e Curinga 83% aos 5,8 meses. E no ambiente de laboratório a germinação máxima para as cultivares Seleta foi de 87% aos 6,6 meses, Ourominas 80% aos 3,5 meses e Relâmpago de 80% aos 3,1 meses.

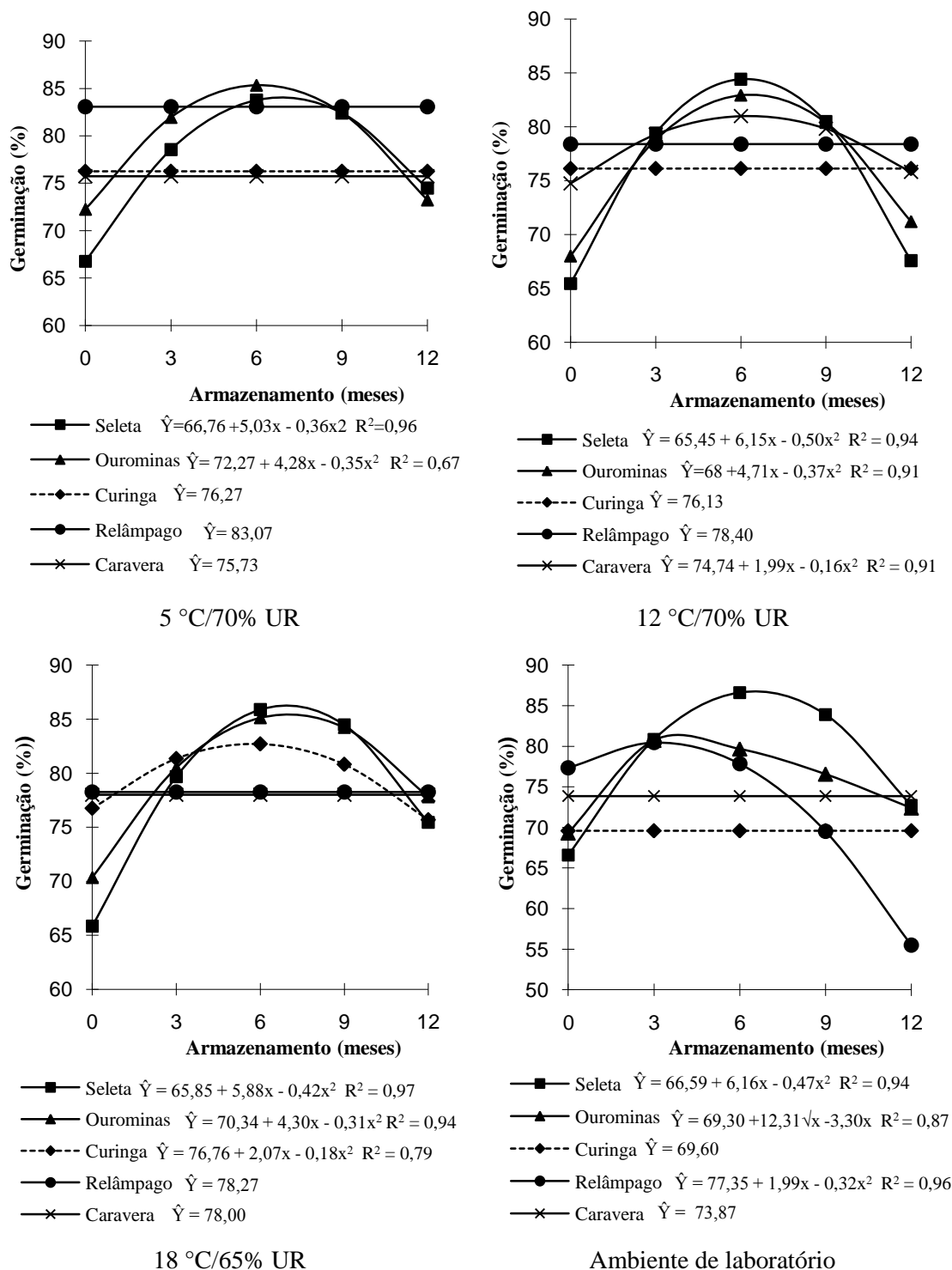


Figura 2. Germinação (%) de sementes de cultivares de arroz durante o armazenamento em diferentes ambientes.

Houve acréscimo mais acentuado na germinação durante os seis meses de armazenamento, nas diferentes condições, nas sementes das cultivares Seleta e Ourominas, provavelmente pelo fato dessas cultivares apresentarem maior porcentagem de sementes dormentes (Tabela 1). Em geral, a dormência das sementes

da cultivar Seleta foi totalmente superada aos 6-7 meses de armazenamento, independente das condições do ambiente.

O mesmo ocorreu com a cultivar Ourominas, diferenciando somente no ambiente de laboratório em que a superação da dormência ocorreu aos 3,5 meses. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por VIEIRA et al. (2008) que concluíram que sementes armazenadas em ambiente convencional superam a dormência mais rapidamente durante o armazenamento do que sementes armazenadas em câmara fria e seca.

A germinação das sementes da cultivar Curinga não foi afetada pelas condições de armazenamento de 5 °C, 12 °C e de laboratório. A 18 °C houve ligeiro acréscimo na germinação até 5,8 meses, sugerindo também uma superação de dormência.

Para a cultivar Relâmpago, o armazenamento das sementes a 5 °C, 12 °C e 18 °C não prejudicou a sua germinação. Em ambiente de laboratório houve ligeiro acréscimo na germinação até 3,1 meses de armazenamento, sugerindo a superação da dormência.

As sementes da cultivar Caravera não tiveram a sua germinação reduzida pelo armazenamento a 5 °C, 18 °C e ambiente de laboratório. A 12 °C a germinação aumentou até os 6,2 meses de armazenamento, onde é sugerido que ocorreu a superação da dormência.

Nas situações em que houve superação da dormência, independente da cultivar e do ambiente de armazenamento, após atingido o máximo de germinação iniciou-se um processo de deterioração natural da sementes com conseqüente redução do poder germinativo. Em geral, o comportamento da deterioração foi semelhante para os quatro ambientes de armazenamento, com exceção para as sementes das cultivares Seleta e Ourominas armazenadas a 12 °C e da cultivar Relâmpago em ambiente de laboratório. Nessas condições, após 12 meses de armazenamento, as sementes das cultivares Seleta e Relâmpago apresentaram germinação inferior a 70% e da cultivar Ourominas próximo a 70%. Para os demais tratamentos (cultivar e ambiente), após 12 meses a germinação foi superior a 70%.

FIGUEIREDO et al. (1998) avaliaram sementes de arroz armazenadas em diferentes embalagens e nas condições ambientais de três localidades do estado do Paraíba, que se caracteriza por apresentar temperatura média anual que varia entre 24°C e 27°C e umidade relativa média anual de 64%. Verificaram menores perdas

no poder de germinação em sementes na localidade de Campina Grande, no final dos seis meses de armazenamento. MACEDO et al. (1999), avaliaram sementes de arroz armazenadas por 12 meses em Campinas, com umidade relativa média de 72% e temperatura média de 21 °C, observaram a partir do oitavo mês redução gradativa na germinação.

Na Tabela 3 encontram-se os resultados de germinação da interação cultivar x ambiente dentro de cada período de armazenamento.

TABELA 3. Germinação (%) de sementes de cultivares de arroz durante o armazenamento em diferentes ambientes

Início do armazenamento (0 mês)					
Cultivares					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	66,0 aC	69,33 aBC	77,33 aAB	82,00 aA	75,33 aABC
12 °C/70%UR	66,0 aC	69,33 aBC	77,33 aAB	82,00 aA	75,33 aABC
18 °C/65% UR	66,0 aC	69,33 aBC	77,33 aAB	82,00 aA	75,33 aABC
Ambiente de laboratório	66,0 aB	69,33 aAB	77,33 aA	82,00 aA	75,33 aAB
3 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	80,67 aA	77,33 aA	76,00 abA	83,33 aA	76,67 aA
12 °C/70%UR	77,33 aA	76,00 aA	75,33 abA	78,67 aA	78,00 aA
18 °C/65% UR	78,67 aA	82,67 aA	80,67 aA	84,00 aA	74,00 aA
Ambiente de laboratório	81,33 aA	80,00 aA	69,33 bB	77,33 aAB	80,00 aA
6 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	82,00 aA	85,33 aA	71,33 bB	80,67 aAB	76,00 aAB
12 °C/70%UR	87,33 aA	83,33 aAB	75,33 abB	82,00 aAB	81,33 aAB
18 °C/65% UR	88,00 aA	84,67 aA	81,33 aA	79,33 aA	78,67 aA
Ambiente de laboratório	88,67 aA	82,00 aAB	78,00 abB	79,33 aAB	83,33 aAB
9 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	82,67 aA	78,67 aA	80,00 aA	86,67 aA	79,33 aA
12 °C/70%UR	78,67 aAB	82,67 aAB	84,67 aA	72,67 bcB	80,67 aAB
18 °C/65% UR	82,67 aA	82,67 aA	83,33 aA	80,67 abA	80,67 aA
Ambiente de laboratório	80,67 aA	74,00 aAB	70,00 bB	70,67 cAB	66,00 bB
12 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	74,67 aBC	86,67 aA	76,67aABC	82,67 aAB	71,33 bcC
12 °C/70%UR	68,00 aA	70,00 bA	68,00 aA	76,67 aA	75,33 abA
18 °C/65% UR	76,00 aA	78,67 abA	74,67 aAB	65,33 bB	82,67 aA
Ambiente de laboratório	74,00 aA	73,33 bA	53,33 bC	54,67 cBC	64,67 cAB

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

Verificou-se, no início do armazenamento, que as sementes das cultivares apresentaram diferentes porcentagens de germinação, o que indica diferente qualidade fisiológica. Isto compromete a comparação entre as cultivares sobre o comportamento durante o armazenamento, uma vez que sementes de lotes de qualidade fisiológica superior possuem maior capacidade de conservação.

Conseqüentemente, será discutido apenas o efeito dos ambientes para cada cultivar dentro de cada período de armazenamento.

Para a cultivar Seleta, a germinação das sementes não foi influenciada pelo ambiente, independente do tempo de armazenamento. A cultivar Ourominas, aos 12 meses de armazenamento, houve efeito favorável na conservação das sementes a 5 °C em relação ao ambiente de laboratório e a 12 °C. Para a cultivar Curinga, o efeito prejudicial do ambiente de laboratório já é observado aos três meses de armazenamento, enquanto as cultivares Relâmpago e Caravera este efeito prejudicial ocorreu aos nove meses de armazenamento.

Condições de baixas temperaturas permitem redução do metabolismo das sementes, contribuindo com uma maior longevidade, e ambientes com temperaturas mais elevadas influenciam na perda mais rápida da viabilidade das sementes, por acelerar as reações metabólicas e propiciar, muitas vezes, o aumento do conteúdo de água.

Pela Tabela 1, considerando que as sementes dormentes estavam viáveis, constata-se que a germinação das sementes das cultivares estava próximo ao mínimo exigido para a produção e comercialização de sementes de arroz no Brasil, que é de 80%, independente da categoria das sementes (BRASIL, 2005). Isto sugere que os lotes das cultivares apresentavam no início baixa qualidade fisiológica, o que pode comprometer o armazenamento das sementes.

A validade do teste de germinação para a comercialização de sementes de arroz é de 10 meses e a reanálise é válida por oito meses.

Pelos resultados deste trabalho, as sementes da cultivar Seleta, em geral, poderiam ser armazenadas até nove meses, para efeito de comercialização, independente do ambiente. Em ambiente de laboratório, condições mais aproximadas às de um armazém convencional, as sementes das cultivares Ourominas, Curinga, Relâmpago e Caravera, aos nove meses de armazenamento, já apresentaram germinação bem inferior a 80%, portanto abaixo do padrão para comercialização. Esses resultados contrariam a validade do teste de germinação, sugerindo que a validade deve ser somente para lotes de qualidade superior. Mesmo na melhor condição de armazenamento teoricamente (5 °C/70% UR), aos 12 meses de armazenamento as sementes da cultivar Seleta, Curinga e Caravera não apresentaram germinação dentro do padrão exigido.

Na Figura 3 encontram-se os resultados de vigor, pela primeira contagem de germinação, de sementes de cinco cultivares de arroz durante o armazenamento em cada ambiente. Houve, em geral, o mesmo comportamento apresentado no teste de germinação.

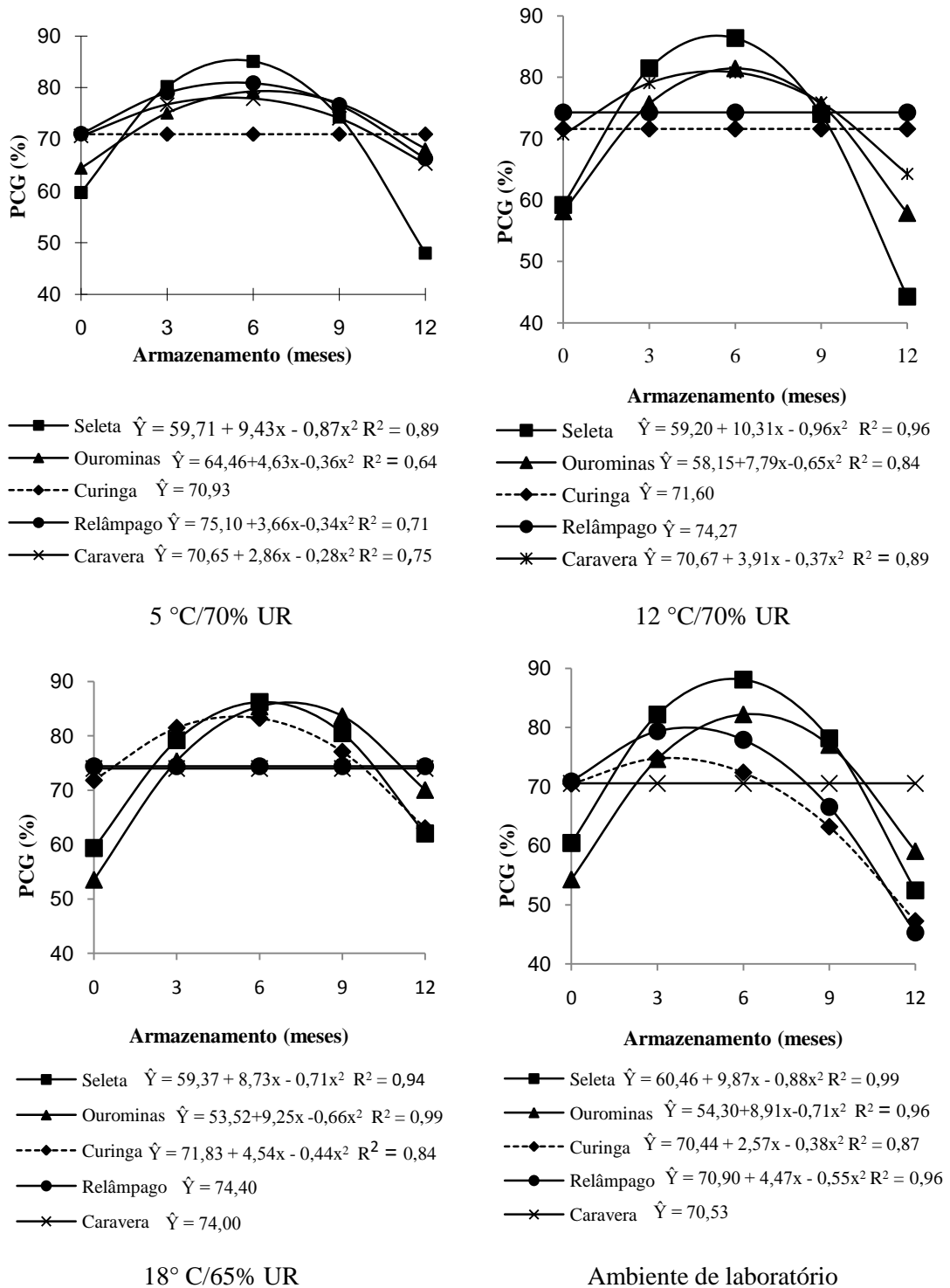


Figura 3. Vigor (%), pelo teste de primeira contagem de germinação, de sementes de cultivares de arroz armazenadas em diferentes ambientes.

Durante o armazenamento, nas condições de 5 °C e 12 °C, o vigor das sementes da cultivar Curinga não foi prejudicado. A 18 °C houve acréscimo no vigor até os 5,2 meses de armazenamento e no ambiente de laboratório o maior acréscimo no vigor foi aos 3,4 meses. Para a cultivar Relâmpago, o vigor das sementes não foi influenciado pelas condições de armazenamento de 12 °C e 18 °C. A 5 °C o vigor aumentou até os 5,4 meses e no ambiente de laboratório o vigor aumentou até os 4,1 meses de armazenamento. Nas sementes da cultivar Seleta, o vigor aumentou até os 5,4 meses no ambiente de 5 °C e 12 °C, até os 6,1 meses no ambiente de 18 °C e no ambiente de laboratório foi até os 5,6 meses. Para as sementes da cultivar Ourominas, o vigor aumentou a 5 °C até os 6,4 meses, a 12 °C até os seis meses, a 18 °C até os 5,2 meses, e no ambiente de laboratório até os 6,3 meses. O vigor das sementes da cultivar Caravera não foi afetado pelas condições de armazenamento de 18 °C e ambiente de laboratório. Nos ambientes de 5 °C e 12 °C, o maior vigor foi aos 5,1 e 5,3 meses, respectivamente. Em geral, a queda do vigor foi semelhante para os quatro ambientes. MACEDO et al. (1999), avaliando sementes de arroz armazenados por 12 meses em Campinas, com umidade relativa média de 72% e temperatura média de 21 °C, verificaram queda do vigor, pelo teste de primeira contagem, a partir do sexto mês de armazenamento.

Após 12 meses de armazenamento, as sementes armazenadas em ambiente de laboratório apresentaram menor vigor, com germinação inferior a 60%. Nos outros ambientes, com exceção para as sementes das cultivares Seleta e Ourominas armazenadas a 12 °C e Seleta a 5 °C, o vigor foi superior a 60% aos 12 meses de armazenamento.

Na Tabela 4 encontram-se os resultados de vigor, pela primeira contagem de germinação, da interação cultivar x ambiente dentro de cada período de armazenamento. Para as sementes das cultivares Curinga, Relâmpago e Caravera, o efeito prejudicial no ambiente de laboratório já é observado aos nove meses de armazenamento. No geral, as sementes da cultivar Ourominas, aos 12 meses de armazenamento, houve efeito favorável do armazenamento a 5 °C e 18 °C. Para as sementes da cultivar Seleta, as melhores condições de armazenamento teoricamente, 5 °C e 12 °C, foram desfavoráveis aos 12 meses de armazenamento.

Tabela 4. Vigor (%), pela primeira contagem de germinação, de sementes de cultivares de arroz durante o armazenamento em diferentes ambientes

Início do armazenamento (0 mês)					
Cultivares					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	61,33 aB	66,67 aAB	73,33 aA	76,00 aA	72,00 aA
12 °C/70%UR	61,33 aB	60,67 abB	73,33 aA	76,00 aA	72,00 aA
18 °C/65% UR	61,33 aB	52,67 bB	73,33 aA	76,00 aA	72,00 aA
Ambiente de laboratório	61,33 aB	52,67 bB	73,33 aA	76,00 aA	72,00 aA
3 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	78,67 aAB	68,67 aBC	67,33 bC	82,67 aA	74,67 aABC
12 °C/70%UR	77,33 aA	71,33 aA	71,33 abA	76,00 aA	76,67 aA
18 °C/65% UR	74,67 aA	77,33 aA	79,33 aA	79,33 aA	72,67 aA
Ambiente de laboratório	80,67 aA	78,00 aAB	68,67 bB	76,00 aAB	77,33 aAB
6 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	80,00 aAB	85,33 aA	71,33 aB	80,67 aAB	76,00 aAB
12 °C/70%UR	86,00 aA	79,33 aAB	72,67 aB	81,33 aAB	80,00 aAB
18 °C/65% UR	88,00 aA	84,67 aAB	80,67 aAB	76,00 aB	77,33 aB
Ambiente de laboratório	87,33 aA	82,00 aAB	73,33 aB	77,33 aAB	80,00 aAB
9 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	82,67 aAB	75,33 aB	76,00 abB	86,67 aA	78,67 aAB
12 °C/70%UR	78,67 aAB	82,67 aA	84,00 aA	71,33 bcB	79,33 aAB
18 °C/65% UR	82,67 aA	82,67 aA	82,67 aA	80,67 abA	80,00 aA
Ambiente de laboratório	80,67 aA	74,00 aAB	68,00 bBC	70,67 cABC	62,67 bC
12 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	44,67 bB	68,00 abA	66,67 aA	68,00 aA	63,33 aA
12 °C/70%UR	42,00 bC	54,67 cB	56,67 bAB	66,67 aA	62,67 aAB
18 °C/65% UR	60,67 aAB	70,67 aA	60,67 abAB	60,00 aB	68,00 aAB
Ambiente de laboratório	51,33 abAB	60,67 bcA	44,67 cB	43,33 bB	60,67 aA

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

Na Figura 4 encontram-se os resultados de vigor, pelo teste de envelhecimento acelerado, de sementes de cinco cultivares de arroz durante o armazenamento em diferentes ambientes.

O teste de envelhecimento acelerado consiste em avaliar a resposta das sementes por meio de teste de germinação, após elas terem sido submetidas à temperatura e umidade relativa do ar elevadas, por determinado período de tempo. Nessas condições de estresse, sementes de menor vigor deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, com reflexos na germinação após o período de envelhecimento acelerado (MARCOS FILHO, 2005).

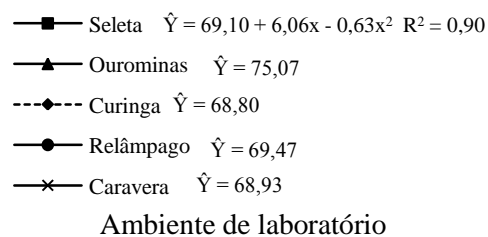
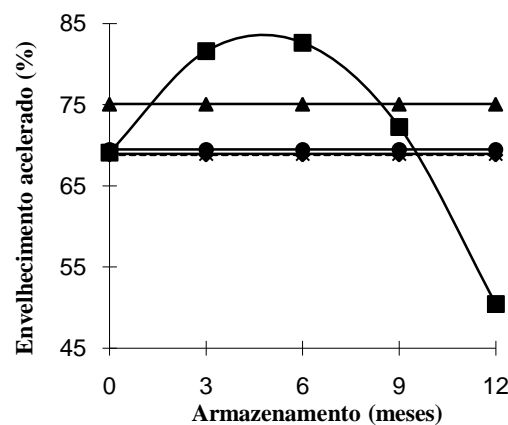
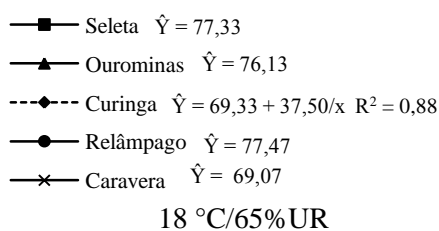
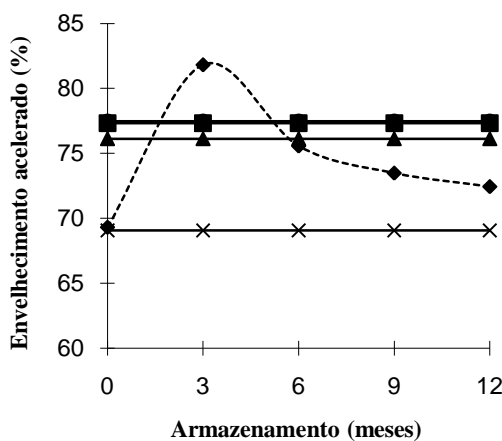
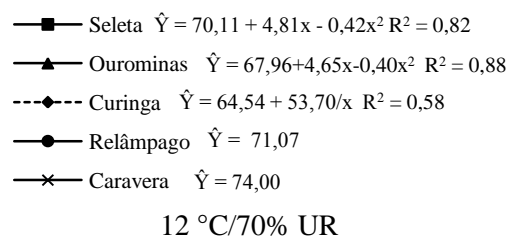
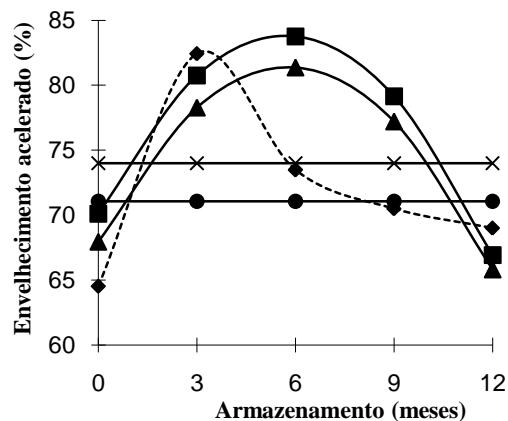
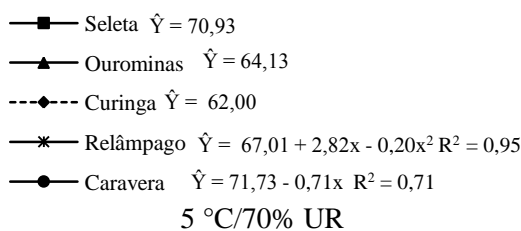
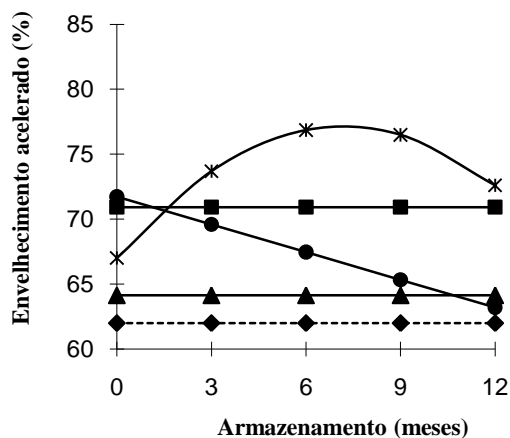


Figura 4. Vigor (%), pelo teste de envelhecimento acelerado de sementes de cultivares de arroz armazenadas em diferentes ambientes.

O vigor das sementes não foi alterado durante o armazenamento a 5 °C para as cultivares Seleta, Ourominas e Curinga. As sementes da cultivar Relâmpago, o maior vigor foi aos 7,1 meses de armazenamento, seguido de decréscimo. Para as sementes da cultivar Caravera houve uma queda gradual do vigor durante o período de armazenamento. A 12 °C o vigor das sementes das cultivares Relâmpago e

Caravera não foi afetado pelo período de armazenamento. Para as sementes das cultivares Seleta e Ourominas o maior vigor foi aos 5,7 e 5,8 meses, respectivamente. As sementes da cultivar Curinga foi próximo aos três meses, seguida de decréscimo gradual do vigor das sementes destas cultivares. A 18 °C, as sementes das cultivares Seleta, Ourominas, Relâmpago e Caravera, o vigor não foi prejudicado pelo período de armazenamento. Para as sementes da cultivar Curinga, o maior vigor ocorreu próximo aos três meses de armazenamento. Em ambiente de laboratório, as sementes da cultivar Seleta, o maior vigor ocorreu aos 4,8 meses de armazenamento, seguida de redução, e aos 12 meses de armazenamento verificou-se o menor vigor em relação aos outros ambientes, com germinação inferior a 50%. Para as sementes das cultivares Ourominas, Curinga, Relâmpago e Caravera, o vigor não foi prejudicado pelo período de armazenamento.

SILVA et al. (2010) observaram, em sementes de arroz, milho e feijão armazenadas em condições ambientais no município do estado do Mato Grosso, que se caracteriza por apresentar temperatura média anual de 26°C e umidade relativa média anual de 75%, redução do vigor pelo teste de envelhecimento acelerado a partir do segundo mês de armazenamento, independente da embalagem utilizada. Entretanto, MACEDO et al. (1999), avaliando sementes de arroz armazenadas por 12 meses, em Campinas, com umidade relativa média de 72% e temperatura média de 21 °C, observaram redução do vigor a partir do sexto mês de armazenamento.

Na Tabela 5 encontram-se os valores do vigor, pelo teste de envelhecimento acelerado, da interação cultivar x ambiente dentro de cada período de armazenamento.

Para as sementes das cultivares Ourominas e Curinga, aos 12 meses de armazenamento, o efeito prejudicial ocorreu no ambiente de 5 °C. As sementes da cultivar Seleta, aos 12 meses de armazenamento, o efeito prejudicial ocorreu no ambiente de laboratório. Para as sementes da cultivar Relâmpago, aos 12 meses de armazenamento, o maior vigor ocorreu nos ambientes de 5 °C e de 18 °C. As sementes da cultivar Caravera, aos 12 meses de armazenamento, observou-se o maior vigor nas sementes armazenadas nos ambientes de 5 °C e 12 °C.

Tabela 5. Vigor (%), pelo teste de envelhecimento acelerado, de sementes de cultivares de arroz armazenadas em diferentes ambientes

Início do armazenamento (0 mês)					
Cultivares					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	72,0 aA	67,33 aA	67,33 aA	67,33 aA	71,33 aA
12 °C/70% UR	72,0 aA	67,33 aA	67,33 aA	67,33 aA	71,33 aA
18 °C/65% UR	72,0 aA	67,33 aA	67,33 aA	67,33 aA	71,33 aA
Ambiente de laboratório	72,0 aA	67,33 aA	67,33 aA	67,33 aA	71,33 aA
3 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	74,00 aA	55,33 cB	57,33 bB	73,33 abA	68,67 abA
12 °C/70% UR	77,33 aA	78,67 aA	83,33 aA	66,00 bB	64,67 bB
18 °C/65% UR	65,33 bB	72,67 abAB	81,33 aA	80,67 aA	73,33 aAB
Ambiente de laboratório	75,33 aA	70,00 bAB	62,67 bBC	56,67 cC	65,33 abBC
6 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	70,00 bAB	78,67 aA	60,67 bC	76,00 aAB	68,00 bBC
12 °C/70% UR	82,67 aA	84,00 aA	71,33 aB	79,33 aAB	83,33 aA
18 °C/65% UR	84,67 aA	82,67 aAB	74,67 aBC	76,00 aABC	69,33 bC
Ambiente de laboratório	84,00 aA	83,33 aAB	74,67 aB	76,67 aAB	78,00 aAB
9 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	66,67 cBC	58,00 cC	71,33 aAB	78,00 abA	68,67 bB
12 °C/70% UR	84,00 abA	73,33 bC	77,33 aABC	74,67 bBC	82,67 aAB
18 °C/65% UR	85,33 aAB	88,67 aA	74,67 aC	84,67 aAB	76,67 abBC
Ambiente de laboratório	76,67 bA	80,67 abA	76,67 aA	79,33 abA	72,67 bA
12 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	72,00 abA	61,33 bB	53,33 cB	72,00 abA	60,67 abB
12 °C/70% UR	64,67 bA	67,33 abA	60,67 bcA	65,33 bA	68,00 aA
18 °C/65% UR	79,33 aA	69,33 abB	74,67 aAB	78,67 aA	54,67 bC
Ambiente de laboratório	48,00 cD	74,00 aA	62,67 bBC	67,33 bAB	57,33 bC

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

Na Figura 5 encontram-se os resultados de vigor, pelo teste de condutividade elétrica, de sementes de cinco cultivares de arroz durante o armazenamento em cada ambiente.

O teste de condutividade elétrica (CE) tem como princípio que, com o processo de deterioração, ocorre à lixiviação dos constituintes celulares das sementes embebidas em água, devido à perda da integridade das membranas celulares (MARCOS FILHO, 2005). Portanto, menores valores de CE indicam maior qualidade das sementes.

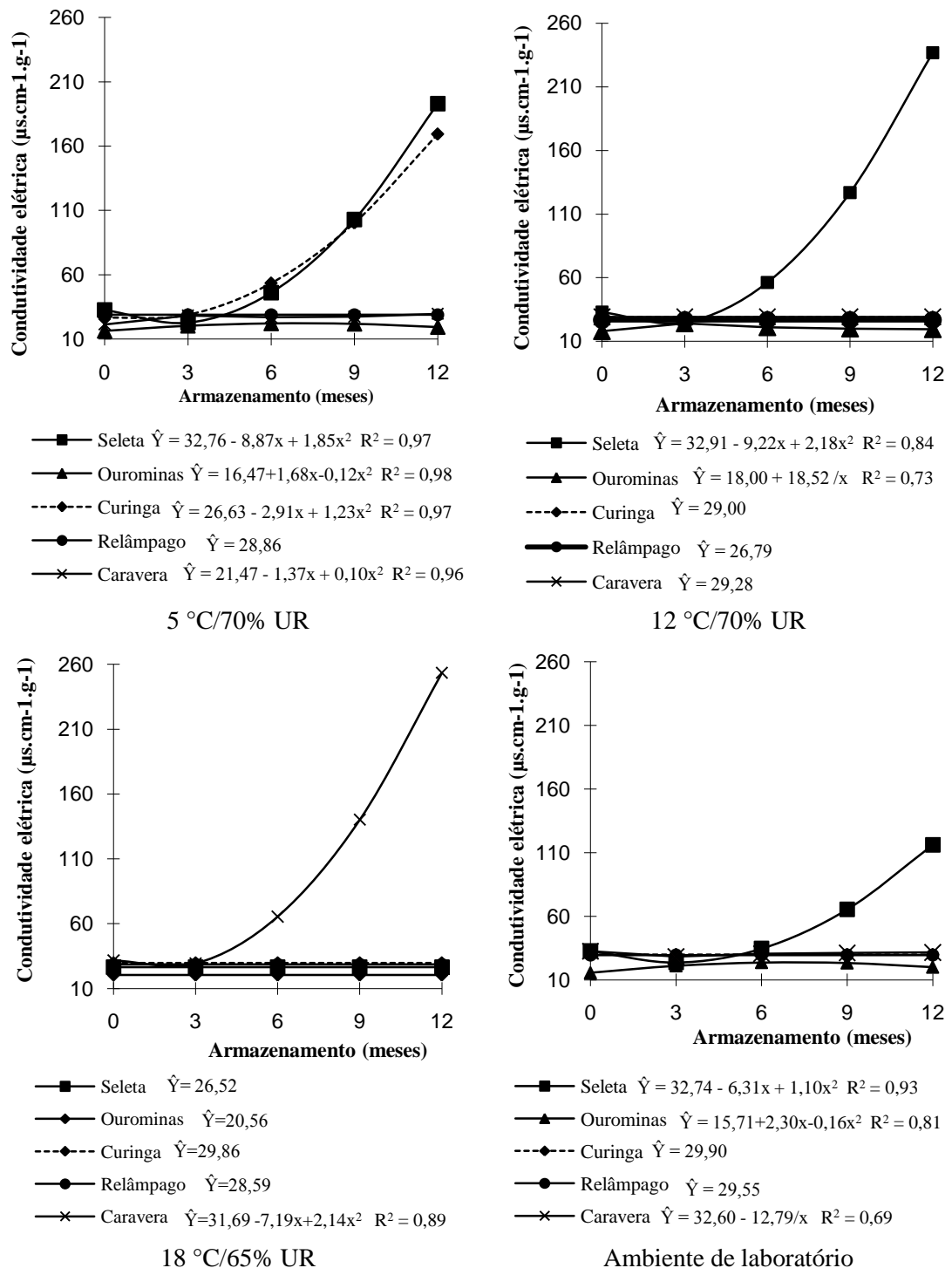


Figura 5. Vigor, pelo teste de condutividade elétrica de sementes de cultivares de arroz armazenadas em diferentes ambientes.

No ambiente de 5 °C, verificou-se para as sementes das cultivares Seleta e Curinga, redução do vigor durante o armazenamento. Para as sementes das cultivares Ourominas, Caravera e Relâmpago praticamente não houve alteração do vigor durante o armazenamento. No ambiente de 12 °C, para as sementes da cultivar Seleta, nota-se que houve redução do vigor durante o período de armazenamento. As

sementes das cultivares Ourominas, Curinga, Relâmpago e Caravera, verificou-se que, praticamente, não houve efeito do período de armazenamento no vigor das sementes. No ambiente de 18 °C, para as sementes da cultivar Caravera, observou-se redução do vigor durante o período de armazenamento. As sementes das cultivares Seleta, Ourominas, Curinga e Relâmpago, não houve efeito do período de armazenamento no vigor das sementes. No ambiente de laboratório nota-se, nas sementes da cultivar Seleta, redução do vigor durante o período de armazenamento. Para as sementes das cultivares Ourominas, Curinga, Relâmpago e Caravera, praticamente não houve efeito do tempo de armazenamento no vigor das sementes.

Na Tabela 6 encontram-se os resultados de vigor, pelo teste de condutividade elétrica, de sementes de cinco cultivares de arroz armazenadas em diferentes ambientes.

Para as sementes da cultivar Seleta, aos 12 meses de armazenamento, o maior vigor foi no ambiente de 18 °C. Entretanto, nas sementes da cultivar Curinga, aos 12 meses de armazenamento, o menor vigor foi no ambiente de 18 °C. Para as sementes da cultivar Ourominas, o maior vigor foi no ambiente de 18 °C aos seis meses de armazenamento. As sementes da cultivar Relâmpago o menor vigor foi no ambiente de laboratório, já aos nove meses de armazenamento. Para as sementes da cultivar Caravera, aos 12 meses de armazenamento, o maior vigor foi no ambiente de 5 °C.

Tabela 6. Vigor ($\mu\text{s. cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$), pelo teste de condutividade elétrica de sementes de cultivares de arroz armazenadas em diferentes ambientes

Início do armazenamento (0 mês)					
Cultivares					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	32,90 aA	16,62 aC	26,70 aB	27,93 aB	31,71 aA
12 °C/70% UR	32,90 aA	16,62 aC	26,70 aB	27,93 aB	31,71 aA
18 °C/65% UR	32,90 aA	16,62 aC	26,70 aB	27,93 aB	31,71 aA
Ambiente de laboratório	32,90 aA	16,62 aC	26,70 aB	27,93 aB	31,71 aA
3 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	22,26 aBC	20,22 abC	24,90 bAB	25,59 bAB	27,82 abA
12 °C/70% UR	24,09 aB	23,60 aB	29,49 aA	30,65 aA	29,01 aA
18 °C/65% UR	24,29 aCD	21,36 abD	30,64 aA	28,12 abAB	25,19 bBC
Ambiente de laboratório	24,37 aB	19,45 bC	31,08 aA	28,02 abAB	28,01 abAB
6 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	22,28 bC	22,01 abC	27,02 bB	32,79 aA	26,86 abB
12 °C/70% UR	21,32 bC	20,67 abC	29,06 bA	22,20 cBC	25,07 bB
18 °C/65% UR	26,81 aB	19,42 bC	33,72 aA	26,07 bB	28,26 abB
Ambiente de laboratório	23,85 abBC	23,38 aC	28,17 bA	27,31 bAB	29,95 aA
9 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	24,06 aB	22,47 aB	29,66 bA	29,41 bcA	27,93 bA
12 °C/70% UR	27,42 aB	22,37 aC	31,52 bA	27,70 cB	29,96 abAB
18 °C/65% UR	26,06 aBC	24,15 aC	24,36 cBC	31,46 abA	27,94 bAB
Ambiente de laboratório	25,45 aC	25,53 aC	36,86 aA	34,11 aAB	32,99 aB
12 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	23,42 abB	19,23 aC	30,92 abA	28,59 abA	29,43 bA
12 °C/70% UR	26,23 aB	19,62 aC	28,25 bcAB	25,48 bB	30,66 abA
18 °C/65% UR	22,54 bC	21,23 aC	33,89 aA	29,38 aB	32,95 aAB
Ambiente de laboratório	23,06 abC	19,08 aD	26,70 cBC	30,38 aAB	31,45 abA

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

Na Figura 6 encontram-se os resultados de vigor, pelo teste de emergência, de sementes de cinco cultivares de arroz armazenadas em diferentes ambientes. Verificou-se que a emergência apresentou uma tendência de comportamento semelhante à germinação (Figura 2).

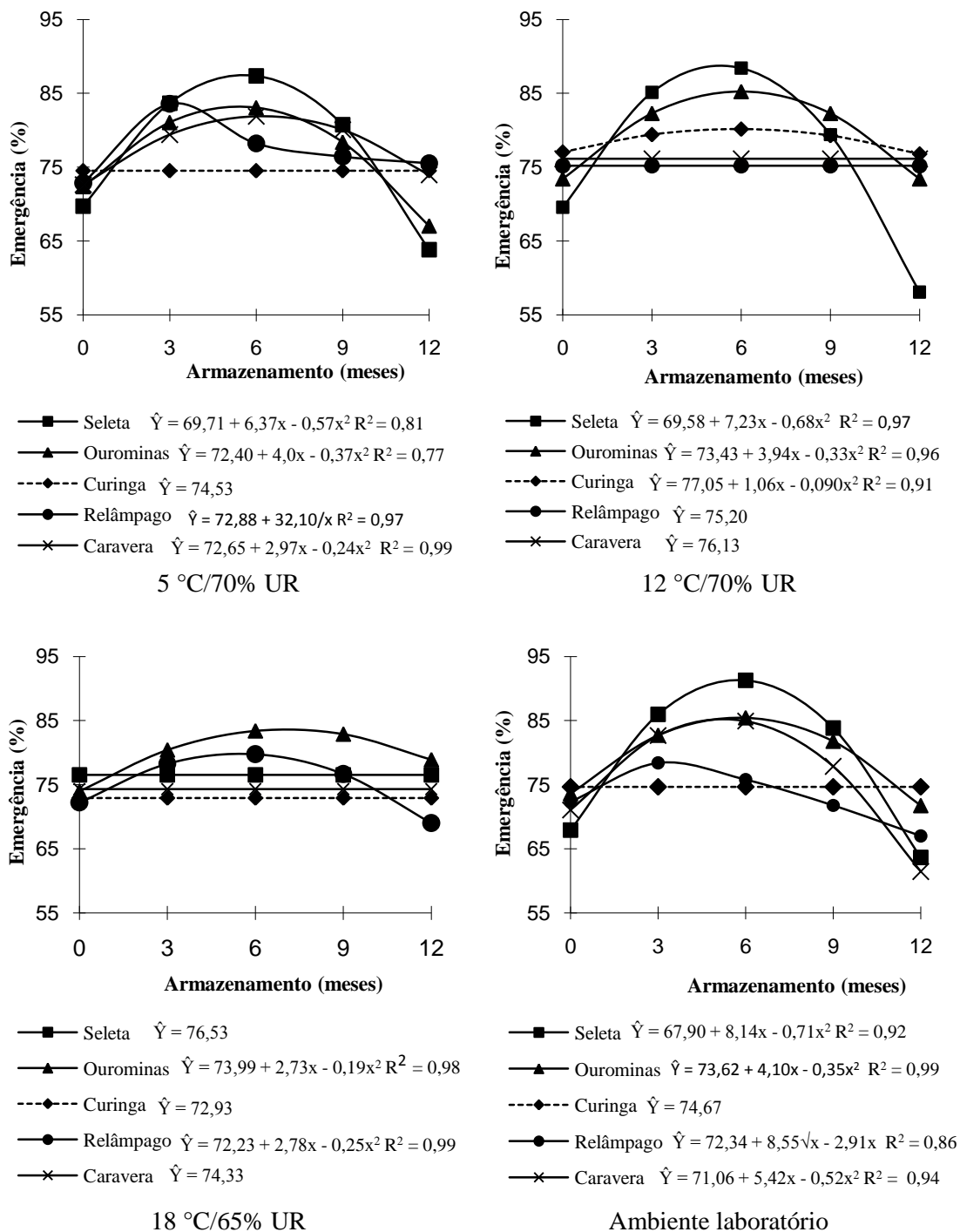


Figura 6. Emergência de plântulas oriundas de sementes de cultivares de arroz durante o armazenamento em diferentes ambientes.

No ambiente de 5 °C, observou-se, nas sementes das cultivares Seleta e Ourominas, aumento do vigor até os 5,6 e 5,4 meses, respectivamente e, para as sementes da cultivar Caravera, o aumento do vigor foi até os 6,2 meses de armazenamento, enquanto nas sementes da cultivar Relâmpago o aumento foi até aproximadamente aos três meses, seguidas de decréscimos nas sementes destas

cultivares. Para as sementes da cultivar Curinga, o vigor não foi prejudicado durante o armazenamento. No ambiente de 12 °C, para as sementes das cultivares Seleta e Ourominas, houve aumento do vigor até aos 5,3 e seis meses, respectivamente, seguidas de decréscimos. As sementes da cultivar Curinga houve um ligeiro aumento até aos 5,9 meses de armazenamento, seguida de uma pequena redução. Para as sementes das cultivares Relâmpago e Caravera o vigor não foi prejudicado pelo período de armazenamento. No ambiente de 18 °C, nas sementes das cultivares Ourominas e Relâmpago, houve ligeiro aumento até os 7,2 e 5,6 meses, respectivamente, seguida de uma pequena redução. As sementes das cultivares Seleta, Curinga e Caravera, não houve efeito do período de armazenamento no vigor das sementes. No ambiente de laboratório, para as sementes das cultivares Seleta e Ourominas, o aumento do vigor foi até os 5,7 e 5,9 meses, respectivamente. As sementes da cultivar Caravera houve aumento do vigor até os 5,2 meses de armazenamento. Para as sementes da cultivar Relâmpago, o aumento foi até os 2,2 meses, seguido de decréscimos no vigor das sementes. As sementes da cultivar Curinga o vigor não foi afetado pelo período de armazenamento.

SILVA et al. (2010) observaram, em sementes de arroz, milho e feijão armazenadas em condições ambientais no estado do Mato Grosso, que se caracteriza por apresentar temperatura média anual de 26°C e umidade relativa média anual de 75%, redução do vigor pelo teste de emergência a partir do segundo mês de armazenamento, independente da embalagem utilizada.

Na Tabela 7 encontram-se os resultados de vigor, pelo teste de emergência, de sementes de cinco cultivares de arroz armazenadas em diferentes ambientes.

Para as sementes das cultivares Seleta e Ourominas, aos 12 meses de armazenamento, o maior vigor ocorreu no ambiente de 18 °C. As sementes da cultivar Curinga, aos 12 meses de armazenamento o maior vigor foi no ambiente de 12 °C. Para as sementes da cultivar Relâmpago e Caravera, aos 12 meses de armazenamento, o menor vigor ocorreu no ambiente de laboratório.

Tabela 7. Emergência de plântulas oriundas de sementes de cultivares de arroz durante o armazenamento em diferentes ambientes

Início do armazenamento (0 mês)					
Cultivares					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	69,33 aA	74,00 aA	77,33 aA	72,00 aA	72,67 aA
12 °C/70% UR	69,33 aA	74,00 aA	77,33 aA	72,00 aA	72,67 aA
18 °C/65% UR	69,33 aA	74,00 aA	77,33 aA	72,00 aA	72,67 aA
Ambiente de laboratório	69,33 aA	74,00 aA	77,33 aA	72,00 aA	72,67 aA
3 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	86,67 aA	78,67 aAB	73,33 abB	83,33 aA	79,33 aAB
12 °C/70% UR	86,67 aA	81,33 aAB	78,67 aAB	81,33 aAB	72,67 aB
18 °C/65% UR	84,67 aA	80,67 aAB	70,00 bC	78,67 aABC	73,33 aBC
Ambiente de laboratório	83,33 aA	82,00 aA	68,00 bB	80,67 aA	79,33 aA
6 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	80,67 bA	80,67 aA	80,00 aA	78,00 aA	82,00 aA
12 °C/70% UR	85,33 abA	84,67 aA	80,67 aA	76,67 aA	79,33 aA
18 °C/65% UR	77,33 bAB	82,67 aA	68,67 bB	80,00 aA	78,00 aA
Ambiente de laboratório	90,67 aA	85,33 aA	85,33 aA	73,33 aB	85,33 aA
9 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	86,67 aA	84,00 aAB	78,67 aAB	76,67 aB	80,00 aAB
12 °C/70% UR	82,00 aA	84,00 aA	79,33 aA	68,00 bB	82,00 aA
18 °C/65% UR	84,00 aA	83,67 aA	77,33 aA	76,00 abA	81,67 aA
Ambiente de laboratório	87,33 aA	82,67 aA	78,67 aAB	71,33 abB	80,67 aA
12 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	62,00 abB	64,67 bB	63,33 bB	76,67 abA	74,00 aA
12 °C/70% UR	57,33 bB	72,67 abA	76,67 aA	78,00 aA	74,00 aA
18 °C/65% UR	67,33 aB	78,67 aA	71,33 abAB	69,33 bcB	66,00 abB
Ambiente de laboratório	62,00 abB	71,33 abA	64,00 bAB	68,00 cAB	60,00 bB

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

Na Figura 7 encontram-se os resultados do vigor, pelo índice de velocidade de emergência (IVE), de sementes de cinco cultivares de arroz armazenadas em diferentes ambientes. O IVE permite inferir o vigor de um lote, haja vista que ele contabiliza a quantidade de sementes germinadas por unidade de tempo (FERREIRA e BORGHETTI, 2004).

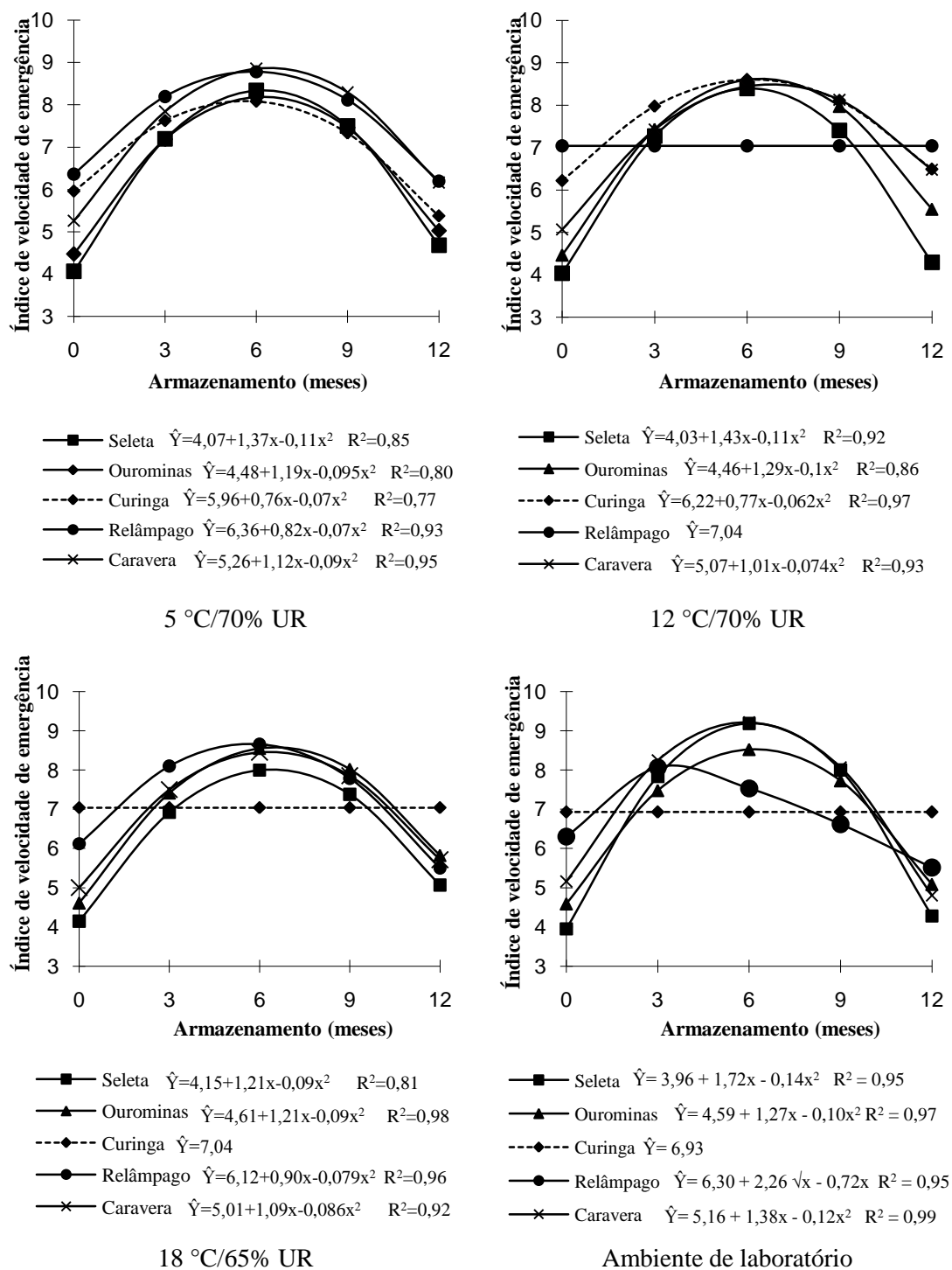


Figura 7. Índice de velocidade de emergência de plântulas oriundas de sementes de cultivares de arroz durante o armazenamento em diferentes ambientes.

No ambiente de 5 °C, verificou-se nas sementes das cultivares Seleta e Ourominas, aumento do vigor até os 6,2 e 6,3 meses, respectivamente. Para as sementes das cultivares Curinga e Relâmpago, o aumento do vigor foi até os 5,4 e 5,9 meses, respectivamente. As sementes da cultivar Caravera, o maior vigor foi aos

6,2 meses de armazenamento, seguido de decréscimos. No ambiente de 12 °C, para as sementes das cultivares Seleta e Ourominas, o aumento do vigor foi até os 6,5 meses de armazenamento. As sementes das cultivares Curinga e Caravera houve aumento do vigor até os 6,2 e 6,8 meses, respectivamente, seguido de decréscimo. Para as sementes da cultivar Relâmpago não houve efeito do período de armazenamento no vigor das sementes. No ambiente de 18 °C, para as sementes das cultivares Seleta e Ourominas, o aumento do vigor foi até os 6,7 meses de armazenamento. As sementes das cultivares Relâmpago e Caravera, o aumento do vigor foi até os 5,7 e 6,3 meses, respectivamente, seguido de decréscimo. Para as sementes da cultivar Curinga não houve efeito do período de armazenamento no vigor das sementes. No ambiente de laboratório, as sementes das cultivares Seleta e Ourominas, o aumento do vigor foi até os 6,1 e 6,4 meses, respectivamente. Para as sementes das cultivares Relâmpago e Caravera, o aumento foi até os 2,5 e 5,8 meses, respectivamente, seguido de decréscimos no vigor destas sementes. As sementes da cultivar Curinga não houve efeito do período de armazenamento no vigor das sementes.

Em geral, o maior vigor das sementes, aos seis meses de armazenamento, coincidiu com a superação da dormência destas cultivares, e foi também quando se verificou o máximo de germinação.

VIEIRA et al. (2002), avaliando sementes de arroz armazenadas em condições ambientais de quatro localidades do estado de Minas Gerais, verificaram, a partir de seis meses de armazenamento, queda do vigor pelo teste de IVE, para as sementes armazenadas em Lambari, Patos de Minas e Janaúba. Nas sementes armazenadas em Leopoldina, o nível de vigor zero foi atingido antes de 24 meses. Provavelmente este fato esteja relacionado às temperaturas elevadas ocorridas nessa região durante o período de armazenamento.

Na Tabela 8 encontram-se os resultados de vigor, pelo índice de velocidade de emergência, de sementes de cinco cultivares de arroz armazenadas em diferentes ambientes.

Tabela 8. Índice de velocidade de emergência de plântulas oriundas de sementes de cultivares de arroz durante o armazenamento em diferentes ambientes

Início do armazenamento (0 mês)					
Cultivares					
Ambiente	Seleta	Ouro Minas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	4,24 aB	4,72 aB	6,26 aA	6,30 aA	5,25 aAB
12 °C/70% UR	4,24 aB	4,72 aB	6,26 aA	6,30 aA	5,25 aAB
18 °C/65% UR	4,24 aB	4,72 aB	6,26 aA	6,30 aA	5,25 aAB
Ambiente de laboratório	4,24 aB	4,72 aB	6,26 aA	6,30 aA	5,25 aAB
3 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ouro Minas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	7,14 aB	6,96 aB	7,15 abB	8,46 aA	8,01 aAB
12 °C/70% UR	7,02 aA	7,11 aA	7,97 aA	7,03 bA	7,13 aA
18 °C/65% UR	7,05 aA	7,25 aA	7,20 abA	7,66 abA	7,05 aA
Ambiente de laboratório	7,32 aAB	7,30 aAB	6,22 bB	8,12 abA	8,12 aA
6 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ouro Minas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	7,45 bA	7,38 aA	7,70 bA	8,33 abA	8,40 aA
12 °C/70% UR	7,92 abA	8,02 aA	8,38 abA	8,54 aA	8,22 aA
18 °C/65% UR	7,04 bC	8,39 aAB	7,46 bBC	8,85 aA	8,31 aAB
Ambiente de laboratório	8,98 aA	8,27 aAB	9,43 aA	7,28 bB	9,04 aA
9 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ouro Minas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	8,73 aA	8,75 aA	8,32 aA	8,45 aA	8,74 aA
12 °C/70% UR	8,30 aA	9,07 aA	8,41 aA	6,88 bB	8,71 aA
18 °C/65% UR	8,52 aA	8,40 aA	8,37 aA	7,96 abA	8,49 aA
Ambiente de laboratório	8,79 aA	8,23 aA	7,88 aAB	6,96 bB	8,42 aA
12 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ouro Minas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	4,21 aB	4,51 aB	4,94 bAB	6,10 aA	6,02 aA
12 °C/70% UR	3,92 aC	5,10 aBC	6,38 aA	6,45 aA	6,22 aAB
18 °C/65% UR	4,65 aB	5,66 aAB	5,90 abA	5,38 aAB	5,42 abAB
Ambiente de laboratório	3,92 aB	4,87 aAB	4,87 bAB	5,37 aA	4,66 bAB

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

Nas sementes das cultivares Seleta e Ourominas, no geral, o vigor não foi prejudicado pelo ambiente, independente do tempo de armazenamento. Para as sementes da cultivar Curinga, aos 12 meses de armazenamento, o maior vigor ocorreu no ambiente de 12 °C. As sementes da cultivar Relâmpago, aos nove meses de armazenamento, o maior vigor foi no ambiente de 5 °C. Para as sementes da cultivar Caravera, aos 12 meses de armazenamento, o menor vigor foi no ambiente de laboratório.

De um modo geral, verificou-se pelos testes estudados que, à medida que aumentou o período de armazenamento, o vigor das sementes diminuiu devido ao avanço da deterioração, que influencia diretamente no desempenho das sementes, refletindo em seu potencial de armazenagem.

A deterioração, teoricamente, se inicia na maturação fisiológica; no entanto, a deterioração é detectada com maior frequência durante o armazenamento. O declínio do potencial fisiológico com o transcurso do tempo não se restringe à diminuição da capacidade de germinação, mas esta vai ficando mais lenta, assim como se acentua a sensibilidade a adversidades ambientais, caracterizando a queda do vigor (MARCOS FILHO, 2005).

Na Tabela 9 encontra-se a porcentagem de incidência do fungo *Fusarium* spp. em sementes de cinco cultivares de arroz armazenadas em diferentes ambientes.

Tabela 9. Incidência de *Fusarium* spp. (%) em sementes de cultivares de arroz, durante o armazenamento em diferentes ambientes

Início do armazenamento (0 mês)					
Cultivares					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	68	68	96	64	70
12 °C/70%UR	68	68	96	64	70
18 °C/65% UR	68	68	96	64	70
Ambiente de laboratório	68	68	96	64	70
3 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	66	66	68	38	64
12 °C/70%UR	70	76	91	64	84
18 °C/65% UR	88	62	87	82	95
Ambiente de laboratório	68	54	60	62	86
6 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	34	52	86	36	52
12 °C/70%UR	48	45	32	98	64
18 °C/65% UR	66	56	72	38	62
Ambiente de laboratório	54	32	64	68	62
9 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	32	20	34	28	26
12 °C/70%UR	26	26	36	86	66
18 °C/65% UR	50	39	72	88	26
Ambiente de laboratório	30	48	32	40	56
12 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	16	18	16	20	20
12 °C/70%UR	22	18	22	22	48
18 °C/65% UR	30	24	30	30	18
Ambiente de laboratório	42	51	62	26	56

Observou-se redução da incidência do fungo durante o armazenamento para os diferentes ambientes e cultivares. Aos 12 meses de armazenamento, o ambiente de 5 °C apresentou menor incidência deste fungo nas sementes das cultivares Seleta,

Ourominas, Curinga e Relâmpago; No ambiente de laboratório, aos 12 meses de armazenamento, ocorreu maior incidência nas sementes das cultivares Seleta, Ourominas, Curinga e Caravera. A 18 °C, aos 12 meses de armazenamento, ocorreu maior incidência deste fungo nas sementes da cultivar Relâmpago e menor incidência nas sementes da cultivar Caravera.

BAHRY et al.(2008), estudando sementes de milho armazenadas por 18 meses em condições de ambiente não controlado e câmara fria em Santa Maria-RS, com temperatura média de 15 °C e umidade relativa média de 55%, observaram em determinado lote, em condições de ambiente não controlado, maior incidência de *Fusarium* spp . Em outro lote observaram situação inversa, havendo redução da infestação de *Fusarium* durante o armazenamento em ambiente não controlado e maior incidência em câmara fria.

Na Tabela 10 encontra-se a porcentagem de incidência do fungo *Bipolaris* sp. em sementes de cinco cultivares de arroz durante o armazenamento em diferentes ambientes. Verificou-se que o fungo, que estava presente nas sementes das cultivares no início do armazenamento, também teve o mesmo comportamento, isto é, um declínio na porcentagem de incidência durante o armazenamento. Aos 12 meses de armazenamento, o ambiente de 12 °C promoveu menor incidência deste fungo para as sementes das cultivares Seleta, Ourominas, Relâmpago e Caravera. Entretanto, no ambiente de laboratório ocorreu maior incidência nas sementes das cultivares Curinga, Relâmpago e Caravera. Já no ambiente de 5 °C, houve menor incidência deste fungo nas sementes da cultivar Curinga, e a 18 °C ocorreu maior incidência nas sementes das cultivares Seleta e Ourominas.

Tabela 10. Incidência de *Bipolaris* sp. (%) em sementes de cultivares de arroz, durante o armazenamento em diferentes ambientes

Início do armazenamento (0 mês)					
Cultivares					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	77	98	72	56	82
12 °C/70% UR	77	98	72	56	82
18 °C/65% UR	77	98	72	56	82
Ambiente de laboratório	77	98	72	56	82
3 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	44	49	54	46	26
12 °C/70% UR	64	84	54	22	56
18 °C/65% UR	66	88	72	58	76
Ambiente de laboratório	50	60	74	98	76
6 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	32	32	44	16	32
12 °C/70% UR	24	44	48	30	40
18 °C/65% UR	68	46	74	48	52
Ambiente de laboratório	34	63	56	86	82
9 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	30	36	18	28	8
12 °C/70% UR	16	23	26	14	30
18 °C/65% UR	82	30	24	44	56
Ambiente de laboratório	28	66	50	26	56
12 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	16	22	4	10	14
12 °C/70% UR	12	12	18	6	10
18 °C/65% UR	42	29	26	20	18
Ambiente de laboratório	24	18	50	26	23

CORREA et al. (2006) observaram que o fungo *Bipolaris oryzae*, inoculado artificialmente e infectado naturalmente, se mantém viável nas sementes de arroz por no mínimo oito meses em condições ambientais em Pelotas, RS, que se caracteriza por apresentar temperatura média anual de 18°C e umidade relativa média anual de 80%.

Na Tabela 11 encontra-se a porcentagem de incidência do fungo *Phoma* sp., em sementes de cinco cultivares de arroz durante o armazenamento em diferentes ambientes. Observou-se que o fungo estava presente no início do armazenamento apenas nas sementes da cultivar Curinga. Após seis meses, houve incidência também nas demais cultivares, ocorrendo acréscimos até os 12 meses de armazenamento nos diferentes ambientes.

Tabela 11. Incidência de *Phoma* sp. (%) em sementes de cultivares de arroz, durante o armazenamento em diferentes ambientes

Início do armazenamento (0 mês)					
Cultivares					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	0	0	12	0	0
12 °C/70%UR	0	0	12	0	0
18 °C/65% UR	0	0	12	0	0
Ambiente de laboratório	0	0	12	0	0
3 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	0	0	0	0	0
12 °C/70%UR	0	0	0	0	0
18 °C/65% UR	2	0	0	0	0
Ambiente de laboratório	10	0	10	0	0
6 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	0	0	4	0	0
12 °C/70%UR	20	0	2	2	4
18 °C/65% UR	2	8	6	4	2
Ambiente de laboratório	20	18	10	10	0
9 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	2	8	8	4	0
12 °C/70%UR	2	10	8	4	2
18 °C/65% UR	10	16	8	4	2
Ambiente de laboratório	20	26	16	8	16
12 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	6	4	8	4	2
12 °C/70%UR	2	18	3	6	6
18 °C/65% UR	24	16	8	4	7
Ambiente de laboratório	26	28	18	8	40

Aos 12 meses de armazenamento, a 5 °C houve menor incidência deste fungo nas sementes das cultivares Ourominas, Relâmpago e Caravera. A 12 °C ocorreu menor incidência deste fungo nas sementes das cultivares Seleta e Curinga. Aos nove meses de armazenamento, o ambiente de laboratório promoveu maior incidência deste fungo nas sementes das cinco cultivares.

MACEDO et al.(2002) observaram em sementes de arroz altos índices de incidência deste fungo aos 12 meses de armazenamento, nas condições de Campinas-SP, com temperatura média de 21 °C e umidade relativa média de 72%.

Na Tabela 12 encontra-se a porcentagem de incidência do fungo *Gerlachia* sp. em sementes de cinco cultivares de arroz durante o armazenamento em diferentes ambientes.

Tabela 12. Incidência de *Gerlachia* sp. (%) em sementes de cultivares de arroz, durante o armazenamento em diferentes ambientes

Início do armazenamento (0 mês)					
Cultivares					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	0	0	0	0	0
12 °C/70% UR	0	0	0	0	0
18 °C/65% UR	0	0	0	0	0
Ambiente de laboratório	0	0	0	0	0
3 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	0	0	0	0	0
12 °C/70% UR	0	0	0	0	0
18 °C/65% UR	0	0	0	0	0
Ambiente de laboratório	0	0	0	0	0
6 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	0	0	0	0	0
12 °C/70% UR	0	0	0	0	0
18 °C/65% UR	0	0	2	0	2
Ambiente de laboratório	0	0	2	0	4
9 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	2	0	4	0	0
12 °C/70% UR	0	2	4	4	2
18 °C/65% UR	2	0	4	4	2
Ambiente de laboratório	4	2	10	4	4
12 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	6	0	4	8	8
12 °C/70% UR	10	6	6	6	8
18 °C/65% UR	6	10	8	8	6
Ambiente de laboratório	10	10	8	10	8

Não foi observada a presença deste fungo no início do armazenamento nas sementes das cinco cultivares. Após seis meses houve incidência deste fungo nas sementes das cultivares Curinga e Caravera nos ambientes de 18°C e de laboratório, e após nove meses ocorreu à incidência nas sementes das demais cultivares, constatando-se acréscimos até aos 12 meses de armazenamento nos diferentes ambientes.

Aos 12 meses de armazenamento, nas sementes da cultivar Seleta, ocorreu maior incidência deste fungo a 12 °C e no ambiente de laboratório. Para as sementes das cultivares Ourominas e Curinga, ocorreu menor incidência a 5 °C e maior incidência a 18 °C e no ambiente de laboratório e para a cultivar Relâmpago apenas no ambiente de laboratório. Nas sementes da cultivar Caravera, ocorreu menor incidência deste fungo a 18 °C e para a cultivar Relâmpago foi a 12 °C .

Observou-se, em geral, que as sementes armazenadas em maior temperatura, ou seja, no ambiente de laboratório, apresentaram maior incidência dos fungos de campo aos 12 meses de armazenamento em relação aos outros ambientes.

Na Tabela 13 encontra-se a porcentagem de incidência do fungo *Penicillium* sp. em sementes de cinco cultivares de arroz durante o armazenamento em diferentes ambientes.

Tabela 13. Incidência de *Aspergillus* spp. (%) em sementes de cultivares de arroz, durante o armazenamento em diferentes ambientes

Início do armazenamento (0 mês)					
Cultivares					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	0	0	0	0	0
12 °C/70% UR	0	0	0	0	4
18 °C/65% UR	0	0	0	0	0
Ambiente de laboratório	0	0	0	0	0
3 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	2	0	0	0	0
12 °C/70% UR	0	2	0	0	0
18 °C/65% UR	6	2	6	2	2
Ambiente de laboratório	4	4	2	2	6
6 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	0	0	2	0	0
12 °C/70% UR	2	2	0	2	6
18 °C/65% UR	0	4	6	2	2
Ambiente de laboratório	2	2	2	2	4
9 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	2	0	0	6	0
12 °C/70% UR	0	2	4	4	2
18 °C/65% UR	0	4	6	0	2
Ambiente de laboratório	2	2	16	20	12
12 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	2	0	6	0	0
12 °C/70% UR	0	2	6	6	2
18 °C/65% UR	2	4	6	25	2
Ambiente de laboratório	8	4	18	42	22

Verificou-se a presença deste fungo no início do armazenamento apenas no ambiente de 12 °C nas sementes da cultivar Caravera. Após três meses, houve incidência deste fungo nas sementes das demais cultivares nos diversos ambientes. Aos 12 meses de armazenamento, a 5 °C, não ocorreu incidência deste fungo para as sementes das cultivares Ourominas, Relâmpago e Caravera. Para a cultivar Seleta

não ocorreu incidência a 12 °C. Maior incidência deste fungo ocorreu nas sementes das cinco cultivares no ambiente de laboratório.

MACEDO et al.(2002) observaram o aparecimento dos fungos *Aspergillus* spp. a partir de quatro a seis meses de armazenamento, variando conforme a cultivar, em sementes de arroz em condições ambientais de Campinas-SP, com temperatura média de 21 °C e umidade relativa média de 72%.

Na Tabela 14 encontra-se a porcentagem de incidência do fungo *Penicillium* sp. em sementes de cinco cultivares de arroz durante o armazenamento em diferentes ambientes.

Tabela 14. Incidência de *Penicillium* sp. (%) em sementes de cultivares de arroz, durante o armazenamento em diferentes ambientes

Início do armazenamento (0 mês)					
Cultivares					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	0	0	0	0	0
12 °C/70%UR	0	0	0	0	0
18 °C/65% UR	0	0	0	0	0
Ambiente de laboratório	0	0	0	0	0
3 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	0	2	0	0	0
12 °C/70%UR	0	0	2	2	0
18 °C/65% UR	0	0	2	8	0
Ambiente de laboratório	0	0	2	4	6
6 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	0	2	2	2	0
12 °C/70%UR	0	0	2	4	0
18 °C/65% UR	0	0	6	6	4
Ambiente de laboratório	2	0	4	4	2
9 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	0	0	2	4	0
12 °C/70%UR	0	0	2	6	2
18 °C/65% UR	0	2	6	6	8
Ambiente de laboratório	2	2	8	16	4
12 meses de armazenamento					
Ambiente	Seleta	Ourominas	Curinga	Relâmpago	Caravera
5 °C/70% UR	4	2	6	4	8
12 °C/70%UR	0	2	6	4	4
18 °C/65% UR	8	6	12	6	10
Ambiente de laboratório	16	6	16	22	28

Não houve incidência deste fungo no início do armazenamento nas sementes das cinco cultivares. Após três meses, com exceção das sementes da cultivar Seleta,

houve incidência deste fungo nas sementes em diferentes ambientes, sofrendo acréscimos até os 12 meses de armazenamento. Nas sementes da cultivar Seleta, não ocorreu incidência deste fungo a 12 °C durante o armazenamento. Aos 12 meses de armazenamento, maior incidência ocorreu no ambiente de laboratório para as sementes das cinco cultivares. Menor incidência ocorreu para as sementes das cultivares Ourominas, Curinga e Relâmpago nos ambientes de 5 °C e 12 °C e nas sementes da cultivar Caravera foi apenas a 12 °C.

O armazenamento sob menores temperaturas, 5 °C e 12 °C, resultou em menor incidência dos fungos *Aspergillus* spp. e *Penicillium* sp. aos 12 meses de armazenamento nas diferentes cultivares, em relação aos ambientes 18 °C e de laboratório. No geral, verificou-se que, em condições de ambiente de laboratório, as sementes estão suscetíveis à maior incidência do fungo.

MACEDO et al.(2002) observaram o aparecimento dos fungos *Penicillium* sp. a partir de quatro a seis meses de armazenamento, variando conforme a cultivar, de sementes de arroz, em condições ambientais de Campinas-SP, com temperatura média de 21 °C e umidade relativa média de 72%.

Na Figura 8 encontra-se a atividade da enzima catalase nas sementes das cultivares de arroz, durante o armazenamento, em diferentes ambientes.

No ambiente a 5 °C, observou-se nas sementes da cultivar Ourominas aumento linear da atividade da catalase durante o período de armazenamento e, para as sementes da cultivar Caravera, o aumento da atividade durante o período de armazenamento correspondeu ao modelo raiz quadrada. A 12 °C verificou-se nas sementes da cultivar Ourominas aumento gradual da atividade da enzima até aproximadamente os nove meses, seguida de maior acréscimo até os 12 meses. Nas sementes da cultivar Caravera, o aumento mais acentuado da atividade se iniciou próximo dos três meses de armazenamento, constatando-se aumentos até os 12 meses. A 18 °C, para ambas as cultivares, o aumento foi gradual até aproximadamente os nove meses, com maior acréscimos aos 12 meses. No ambiente de laboratório, para as sementes da cultivar Ourominas, a atividade da enzima manteve-se em níveis baixos até aproximadamente aos seis meses, seguida de pequeno aumento até os 12 meses de armazenamento. Para as sementes da cultivar Caravera, houve maior aumento a partir de aproximadamente aos três meses, com acréscimo até os 12 meses de armazenamento. Fica evidente que, quanto maior o

tempo de armazenamento, maior é a atividade da catalase nas sementes das cultivares de arroz, para todos os tratamentos.

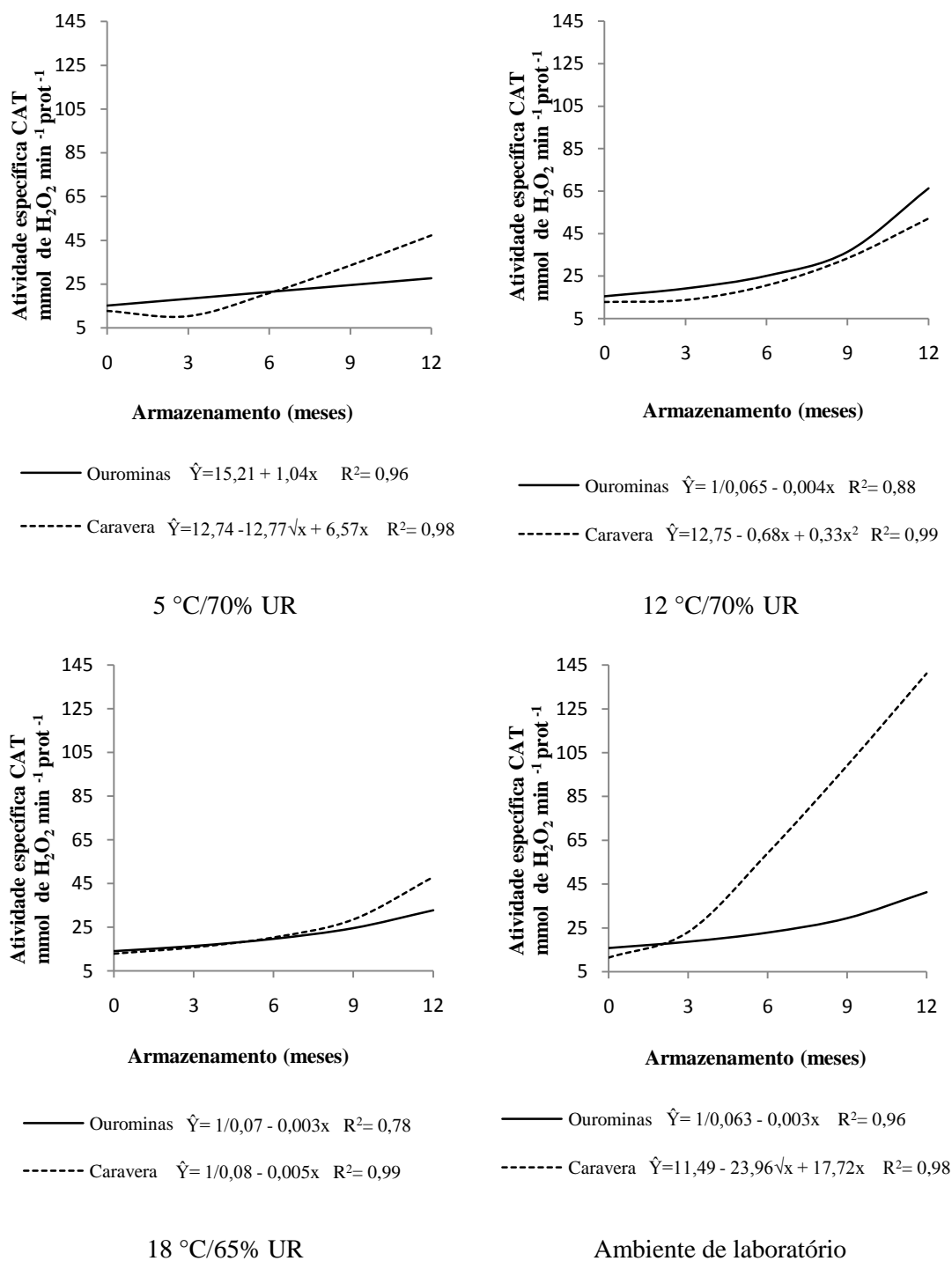


Figura 8. Atividade específica da enzima catalase (mmol de H₂O₂ min⁻¹µg de prot⁻¹) em sementes de cultivares de arroz durante o armazenamento em diferentes ambientes.

A catalase apresenta baixa afinidade por H₂O₂ (MITTLER, 2002), porém o aumento da atividade dessa enzima durante o armazenamento demonstra que há

maior produção de H₂O₂ nas células. O aumento da atividade da catalase tem sido relacionado à produção de H₂O₂ em condições de estresse oxidativo (KUO e KAO, 2003.; NASR et al., 2011.; NAKADA et al., 2010). Este resultado pode ser comparado com os resultados de germinação (Figura 2) e vigor (Figuras 3, 4, 5, 6 e 7) durante o período de armazenamento das sementes de arroz, ou seja, avanço no processo deteriorativo, com perda de germinação e vigor e, com isso, atuação da enzima como mecanismo de proteção. Para evitar danos celulares irreversíveis, enzimas do sistema antioxidante entram em ação, quando os níveis de EROs ultrapassam determinados níveis, de acordo com cada espécie (SCANDALIOS, 2005).

Na Tabela 15 encontra-se a atividade da enzima catalase em sementes de cultivares de arroz armazenadas em diferentes ambientes.

Tabela 15. Atividade específica da enzima catalase (mmol de H₂O₂ min⁻¹µg de prot⁻¹) em sementes de cultivares de arroz durante o armazenamento em diferentes ambientes

Início do armazenamento (0 mês)		
Cultivares		
Ambiente	Ourominas	Caravera
5 °C/70% UR	15,64 aA	12,51 aA
12 °C/70% UR	15,64 aA	12,51 aA
18 °C/65% UR	15,64 aA	12,51 aA
Ambiente de Laboratório	15,64 aA	12,51 aA
3 meses de armazenamento		
Ambiente	Ourominas	Caravera
5 °C/70% UR	17,31 aA	12,26 aA
12 °C/70% UR	16,83 aA	13,89 aA
18 °C/65% UR	15,25 aA	16,23 aA
Ambiente de Laboratório	17,91 aA	18,74 aA
6 meses de armazenamento		
Ambiente	Ourominas	Caravera
5 °C/70% UR	21,40 bcA	17,60 bA
12 °C/70% UR	35,51 aA	21,40 bB
18 °C/65% UR	16,01 cA	21,41 bA
Ambiente de Laboratório	26,18 abB	57,63 aA
9 meses de armazenamento		
Ambiente	Ourominas	Caravera
5 °C/70% UR	26,01 aB	35,23 bA
12 °C/70% UR	31,92 aA	32,09 bA
18 °C/65% UR	31,14 aA	28,98 bA
Ambiente de Laboratório	27,46 aB	111,36 aA
12 meses de armazenamento		
Ambiente	Ourominas	Caravera
5 °C/70% UR	26,91 cB	47,21 bA
12 °C/70% UR	61,95 aA	52,70 bB
18 °C/65% UR	33,32 bcB	43,86 bA
Ambiente de Laboratório	40,48 bB	133,86 aA

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

Observou-se, aos seis meses de armazenamento, nas sementes da cultivar Ourominas, que a maior atividade da catalase foi nos ambientes de 12 °C e de laboratório e nas sementes da cultivar Caravera foi no ambiente de laboratório. Aos 12 meses de armazenamento, nas sementes da cultivar Ourominas, a maior atividade da enzima foi no ambiente de 12 °C e nas sementes da cultivar Caravera a maior atividade foi no ambiente de laboratório.

Mecanismos de defesa em sementes são de extrema importância para a preservação da qualidade fisiológica, principalmente quando se tem por objetivo o seu armazenamento (NAKADA et al., 2010).

Na Figura 9 encontra-se a atividade da enzima ascorbato peroxidase nas sementes das cultivares de arroz, durante o armazenamento, em diferentes ambientes. Para o ambiente de 5 °C, observou-se nas sementes das duas cultivares aumento linear da atividade da enzima durante o armazenamento. No ambiente de 12 °C verificou-se nas sementes da cultivar Caravera que a atividade da enzima manteve-se em níveis baixos durante o armazenamento e nas sementes da cultivar Ourominas não houve diferença durante o armazenamento. Para o ambiente de 18 °C, observou-se nas sementes da cultivar Ourominas aumento da atividade durante o armazenamento e nas sementes da cultivar Caravera não houve diferença durante o armazenamento. No ambiente de laboratório, para as sementes da cultivar Ourominas, a atividade manteve-se em níveis baixos até aproximadamente aos seis meses, seguida de um pequeno acréscimo até os 12 meses. Na cultivar Caravera, o aumento foi próximo aos três meses, com acréscimo até os 12 meses de armazenamento.

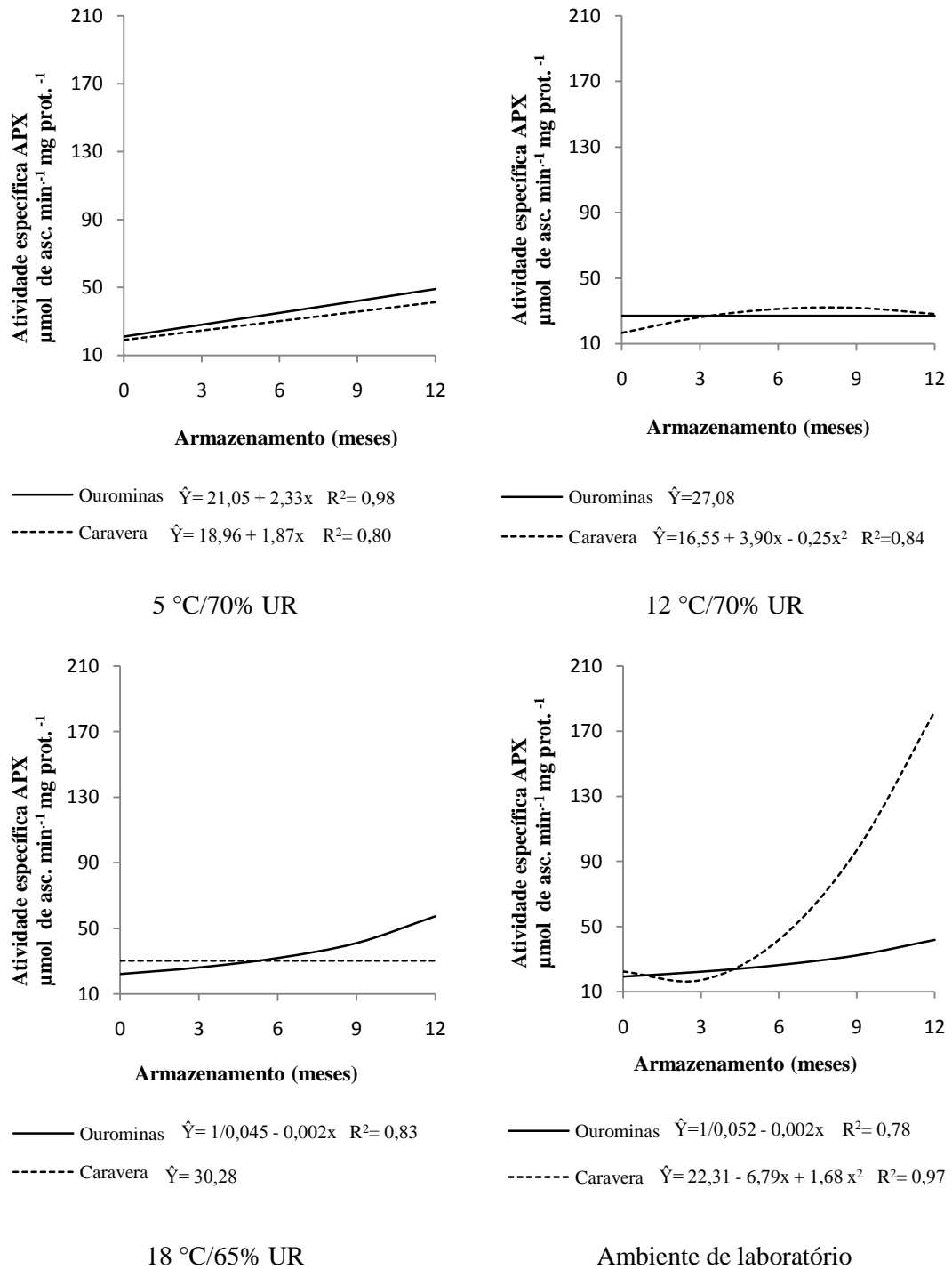


Figura 9. Atividade específica da enzima ascorbato peroxidase ($\mu\text{mol de asc min}^{-1} \mu\text{g de prot}^{-1}$) em sementes de cultivares de arroz durante o armazenamento em diferentes ambientes.

A atividade da enzima ascorbato peroxidase, durante o armazenamento, nas duas cultivares apresentou nível mais baixo que o da rota da catalase. A atuação das rotas, envolvendo o ascorbato peroxidase e a catalase, é concomitante, o que pode resultar na baixa atividade de ambas, mas com eficiente desempenho de desintoxicação. Com o avanço no processo de deterioração durante o

armazenamento, pode ocorrer o acúmulo de níveis tóxicos de H₂O₂ nos tecidos vegetais. Segundo MIZUNO et al. (1998), diferentes tipos de estresses podem resultar em ação combinada da CAT e do APX, no sentido de proteger as células da ação dos peróxidos. Entretanto, estas duas enzimas apresentam diferentes afinidades por H₂O₂. O APX apresenta alta afinidade (faixa de µM), sendo responsável pela modulação fina nos níveis de EROs (MITTLER, 2002).

Contudo, é necessário enfatizar que as atividades enzimáticas realizadas in vitro são limitadas, pois as atividades no tecido, in vivo, podem ser diferentes, pelo fato de a planta estar em outras condições. Os ensaios de capacidade antioxidante in vitro são importantes para verificar se há ou não correlação entre antioxidantes e os níveis de estresse oxidativo (HUANG et al., 2005).

Diversos trabalhos foram relatados relacionando o aumento da atividade do APX em condições de estresse salino em plantas de arroz (LEE et al., 2001), sementes de girassol (CARNEIRO et al., 2011) e sementes de feijão (DEUNER et al., 2011).

Na Tabela 16 encontra-se a atividade da enzima ascorbato peroxidase em sementes de cultivares de arroz armazenadas em diferentes ambientes. Verificou-se, aos 6 meses de armazenamento, nas sementes da cultivar Ourominas, que as maiores atividades foram a 5 °C e 18 °C, e, aos 12 meses de armazenamento, a maior atividade da enzima foi a 18 °C. Nas sementes da cultivar Caravera a maior atividade foi verificada no ambiente de laboratório aos nove e 12 meses.

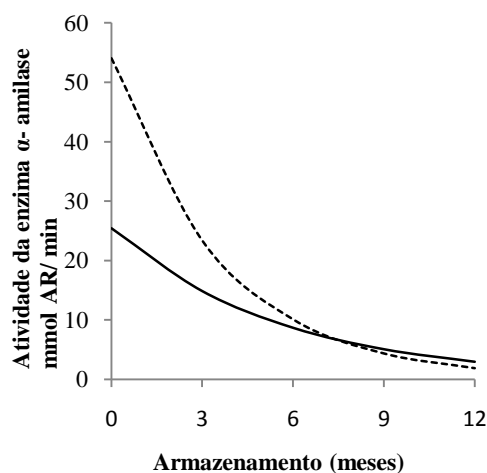
Os resultados de maiores atividades da catalase e ascorbato peroxidase em sementes armazenadas em ambiente de laboratório confirmam que estas apresentam menor qualidade em relação às demais.

Tabela 16. Atividade específica da enzima ascorbato peroxidase ($\mu\text{mol de asc min}^{-1} \mu\text{g de prot}^{-1}$) em sementes de cultivares de arroz durante o armazenamento em diferentes ambientes

Início do armazenamento (0 mês)		
Cultivares		
Ambiente	Ourominas	Caravera
5 °C/70% UR	20,56 aA	18,27 aA
12 °C/70% UR	20,56 aA	18,27 aA
18 °C/65% UR	20,56 aA	18,27 aA
Ambiente de Laboratório	20,56 aA	18,27 aA
3 meses de armazenamento		
Ambiente	Ourominas	Caravera
5 °C/70% UR	27,33 aA	29,98 aA
12 °C/70% UR	23,33 aA	22,52 aA
18 °C/65% UR	28,86 aA	30,70 aA
Ambiente de Laboratório	22,77 aA	30,54 aA
6 meses de armazenamento		
Ambiente	Ourominas	Caravera
5 °C/70% UR	35,94 abA	24,33 aB
12 °C/70% UR	23,09 bcA	31,42 aA
18 °C/65% UR	37,84 aA	32,04 aA
Ambiente de Laboratório	20,64 cA	25,54 aA
9 meses de armazenamento		
Ambiente	Ouro Minas	Caravera
5 °C/70% UR	44,38 aA	33,88 bB
12 °C/70% UR	44,56 aA	34,95 bA
18 °C/65% UR	31,98 aA	20,78 cB
Ambiente de Laboratório	36,03 aB	105,19 aA
12 meses de armazenamento		
Ambiente	Ourominas	Caravera
5 °C/70% UR	47,03 bA	44,32 bA
12 °C/70% UR	23,88 cA	26,40 cA
18 °C/65% UR	64,17 aA	49,63 bB
Ambiente de Laboratório	46,48 bB	180,71 aA

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

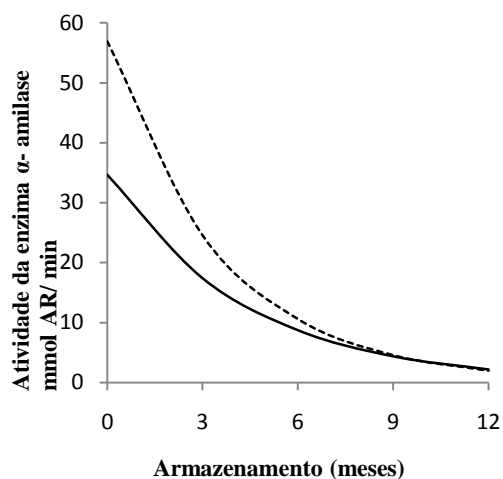
Na Figura 10 encontra-se a atividade da enzima α -amilase nas sementes das cultivares de arroz, durante o armazenamento, em diferentes ambientes. Observou-se, nos quatro ambientes, que as duas cultivares apresentaram o mesmo comportamento, ou seja, redução drástica próximo aos seis meses de armazenamento, apresentando modelo exponencial.



— Ourominas $\hat{Y}=25,43(0,84)^x$ $R^2=0,72$

- - - Caravera $\hat{Y}=54,03(0,76)^x$ $R^2=0,75$

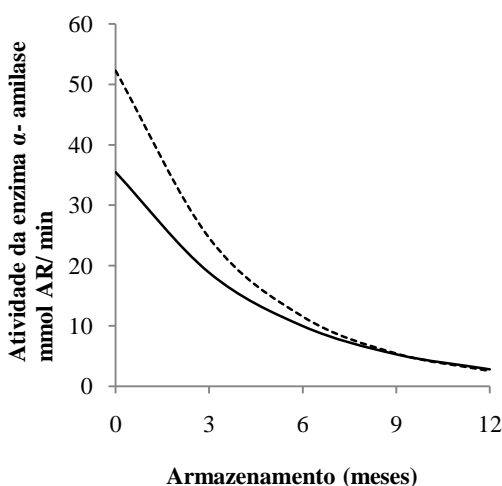
5 °C/70% UR



— Ourominas $\hat{Y}=34,63(0,80)^x$ $R^2=0,70$

- - - Caravera $\hat{Y}=56,93(0,76)^x$ $R^2=0,80$

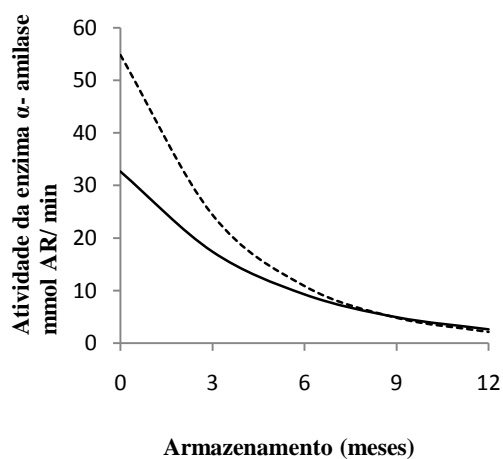
12 °C/70% UR



— Ourominas $\hat{Y}=35,45(0,81)^x$ $R^2=0,62$

- - - Caravera $\hat{Y}=52,26(0,78)^x$ $R^2=0,77$

18 °C/65% UR



— Ourominas $\hat{Y}=32,65(0,81)^x$ $R^2=0,61$

- - - Caravera $\hat{Y}=54,78(0,76)^x$ $R^2=0,73$

Ambiente de laboratório

Figura 10. Atividade da enzima α -amilase (mmol de açúcar redutor/min) em sementes de cultivares de arroz durante o armazenamento em diferentes ambientes.

A pequena porcentagem de dormência observada nas sementes das cultivares (Tabela1), 17% nas sementes de Ourominas e 5% na Caravera, pode ser o motivo da alta atividade da α -amilase no início do armazenamento.

PETRUZZELLI e TARANTO (1990), LIVESLEY e BRAY (1991) e VIEIRA et al. (2008) relataram que, em sementes com alto índice de dormência, a

atividade da α -amilase tem sido pequena. SHAW e OU-LEE, citados por DAS e SEM MANDI (1992), relataram ser a atividade da α -amilase essencial para a germinação das sementes de arroz.

Durante o período de armazenamento ocorreu redução da atividade da α -amilase nos diferentes ambientes. Este resultado pode ser comparado com os resultados de queda da germinação (Figura 2) e vigor (Figuras 3, 4, 5, 6, 7), ou seja, avanço no processo deteriorativo e diminuição da atividade desta enzima. Decréscimo em atividade da α -amilase tem sido relatado em sementes de cereais após o envelhecimento. GANGULI e SEN-MANDI (1993) observaram que a atividade da amilase escutelar em sementes de trigo foi menor em sementes envelhecidas. PETRUZZELLI e TARANTO (1990), e LIVESLEY e BRAY (1991) verificaram que a enzima α -amilase foi sintetizada em taxas reduzidas pela camada de aleurona em sementes de trigo envelhecidas. Segundo os autores, o processo de deterioração das sementes pode interferir em enzimas presentes na camada de aleurona durante o envelhecimento. Estas alterações podem influenciar na produção de α -amilase que, por sua vez, pode interferir na germinação.

Na Tabela 17 encontra-se a atividade da enzima α amilase de sementes de cultivares de arroz armazenadas em diferentes ambientes. Observou-se nos quatro ambientes, no início e aos 3 meses de armazenamento, maior atividade desta enzima e, nas sementes da cultivar Caravera, maior atividade em relação a Ourominas. Isto se explica pela menor porcentagem de dormência (5%) em relação às sementes da cultivar Ourominas 17% (Tabela 1).

Em cereais, a hidrólise do amido é de extrema importância para fornecer energia para o embrião se desenvolver durante a germinação (ZIEGLER 1999).

Tabela 17. Atividade da enzima α -amilase (mmol de açúcar redutor/min) em sementes de cultivares de arroz durante o armazenamento em diferentes ambientes

Início do armazenamento (0 mês)		
Cultivares		
Ambiente	Ourominas	Caravera
5 °C/70% UR	21,65 aB	43,64 aA
12 °C/70% UR	21,65 aB	43,64 aA
18 °C/65% UR	21,65 aB	43,64 aA
Ambiente de Laboratório	21,65 aB	43,64 aA
3 meses de armazenamento		
Ambiente	Ourominas	Caravera
5 °C/70% UR	30,89 cB	65,53 abA
12 °C/70% UR	54,45 bB	62,68 bA
18 °C/65% UR	64,79 aA	59,66 bB
Ambiente de Laboratório	57,59 bB	69,61 aA
6 meses de armazenamento		
Ambiente	Ourominas	Caravera
5 °C/70% UR	4,43 aA	3,44 aA
12 °C/70% UR	4,21 aA	5,25 aA
18 °C/65% UR	4,65 aA	4,93 aA
Ambiente de Laboratório	4,10 aA	4,05 aA
9 meses de armazenamento		
Ambiente	Ourominas	Caravera
5 °C/70% UR	4,14 aA	4,02 aA
12 °C/70% UR	4,05 aA	3,25 aA
18 °C/65% UR	4,29 aA	4,32 aA
Ambiente de Laboratório	3,66 aA	3,77 aA
12 meses de armazenamento		
Ambiente	Ourominas	Caravera
5 °C/70% UR	4,03 aA	2,66 aA
12 °C/70% UR	2,54 aA	2,87 aA
18 °C/65% UR	3,54 aA	3,74 aA
Ambiente de Laboratório	3,72 aA	3,30 aA

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

5. CONCLUSÕES

- A dormência das sementes armazenadas em ambiente de laboratório foi superada em menor de tempo que das sementes armazenadas em câmara fria;
- Sementes armazenadas em ambiente de laboratório apresentaram qualidade fisiológica inferior;
- Apenas as sementes das cultivares Seleta e Ourominas, independente do ambiente, mantiveram a germinação acima do mínimo exigido para comercialização até os seis meses de armazenamento;
- A incidência dos fungos *Fusarium* spp. e *Bipolaris* sp. decresceu durante o armazenamento nos diferentes ambientes e cultivares;
- A incidência dos fungos *Phoma* sp. e *Gerlachia* sp. aumentou durante o armazenamento nos diferentes ambientes e cultivares;
- Houve incidência dos fungos de armazenamento, *Aspergillus* spp. e *Penicillium* sp., aos três meses, aumentando durante o armazenamento;
- Houve aumento da atividade das enzimas catalase e ascorbato peroxidase durante o armazenamento;
- Houve maior atividade da enzima α -amilase no início e aos três meses de armazenamento;
- As enzimas catalase e ascorbato peroxidase apresentaram potencial como indicadoras da qualidade fisiológica de sementes de arroz.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALSCHER, R.G.; ERTURK, N.; HEALTH, L.S. Role of superoxide dismutases (SODs) in controlling oxidative stress in plants. **Journal of Experimental Botany**, v.53, n.372, p.1331-1341, 2002.

ANDERSON M. D.; PRASAD, T. K.; STEWART, C. R. Changes in isozyme profiles of catalase, peroxidase, and glutathione reductase during acclimation to chilling in mesocotyls of maize seedlings. **Plant Physiology**, v.109, n.4, p.1247-1257, 1995.

ARRIGONI, O.; DE GARA, L.; TOMMASI, F.; LISO, R. Changes in the ascorbate system during seed development of *Vicia faba* L. **Plant Physiology**, v. 99, n.1, p. 235-238, 1992.

BAHRY, C.A.; MUNIZ, M. F. B.; FRANZIN, S. M.; CASAROLI, D.; GARCIA, D. C.; ANTONELLO, L. M. Influência do armazenamento na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.14, n.2, p.119-124, 2008.

BAILLY, C. Active oxygen species and antioxidants in seed biology. **Seed Science Research**, v.14, n.2, p. 93-107, 2004.

BERJAK, P. Stored seeds: the problems caused by microorganisms. In: Advanced International Course on Seed Pathology, Passo Fundo, 1987. **Proceeding...** Passo Fundo: EMBRAPA; ABRATES, 1987, p.93-112.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2ª ed.,1994. 445 p.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of proteins utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, n.1 p. 248-254, 1976.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 25, de 16 de dezembro de 2005. Padrões para produção e comercialização de sementes de soja. Anexo IX. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 dez. 2005. Seção 1, p.18.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 2009. 399p.

CAMARGO, M.L.P.; MORI, E.S.; MELLO, E.J.; ODA, S.; LIMA, G.P. Atividade enzimática em plântulas de sementes envelhecidas artificialmente e naturalmente. **Ciência Florestal**, v.10, n.2, p.113-122, 2000.

CARNEIRO, M. M. L. C.; DEUNER, S.; OLIVEIRA, P. V.; TEIXEIRA, S. B.; SOUSA, C. P.; BACARIN, M. A.; MORAES, D. M. Atividade antioxidante e viabilidade de sementes de girassol após estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.4, p. 754-763, 2011.

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

CARVEZAN, A. **Contribuição para a caracterização bioquímica do estado de maturação de azeitonas de diferentes variedades**. 2008. 91p. Dissertação (Centro de Biotecnologia) - Instituto Superior de Agronomia de Lisboa, Lisboa, 2008.

CHAITANYA, K.S.K.; NAITHANI, T.; NAITHANI, S.C. Ascorbic acid metabolism in ageing recalcitrant sal (*Shorea robusta* Gaertn. F.) seeds. **Indian Journal Experimental of Botany**, v. 38, n.1, p. 1031-1035, 2000.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. 3 ed. Boston: KAP, 1995. 409 p.

CORNÉLIO, V.M.O.; OLIVEIRA, J.A.; SOARES, A.A.; LOPES, T.L.V. Influência do tratamento fungicida na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de arroz, armazenadas em câmara fria e em armazém convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 10., 1997, Foz do Iguaçu. **Informativo ABRATES**, Foz do Iguaçu, 1997.

CORREA, C. L. ; BALDIGA, R. ; AFONSO, A. P. ; FARIAS, C. R. J. ; LUCCA FILHO, O. A. ; PIEROBOM, C. R. . Sobrevivência de *Bipolaris oryzae* em sementes de arroz armazenadas em condições ambientais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 31.; 2006, Salvador. **Revista Fitopatologia Brasileira**, Salvador, 2006.

DAS, G.; SEM-MANDI, S. Scutellar amylase activity in naturally aged accelerated aged wheat seeds. **Annals of Botany**, v.69, n.6, p.497-501. 1992.

DEUNER, C.; MAIA, M. S.; DEUNER, S.; ALMEIDA, A. S.; MENEGHELLO, G. E. Viabilidade e atividade antioxidante de sementes de genótipos de feijão-miúdo submetidos ao estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.4, p.711-720, 2011.

FERGUSON, J.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Changes during early soybean seed and axes deterioration: II. Lipids. **Crop Science**, v. 30, n.1, p. 179 182, 1990.

FERNANDES, F.T.; OLIVEIRA, E. **Principais doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA, CNPMS, 1997. 80p. (Circular Técnica, 26).

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FERREIRA, L.A.; OLIVEIRA, J.A.; VON PINHO, E.V.R.; QUEIROZ, D.L. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n.2, p. 80-89, 2007.

FIGUEIREDO, R.M.F.; MATA, M.E.R.M.; QUEIROGA, V.P. Germinação e vigor de sementes de arroz armazenadas em diferentes tipos de embalagem em três microrregiões do Estado do Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.1, p.84-88, 1998.

FOLEY, M.E.; FENNIMORE, S.A. Genetic basis for seed dormancy. **Seed Science Research**, v.8, n.2, p.173-182, 1998.

FONSECA, J.R.; FREIRE, A.B.; FREIRE, M.S.; ZIMMERMAM, F.J.P. Conservação de sementes de arroz sob três sistemas de armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.1, n.3, p. 59-70, 1979.

FRANCO, D.F.; PETRINI, J.A.; RODO, A.; OLIVEIRA, A.; TAVARES, W.R.F. Métodos para superar a dormência em sementes de arroz (*Oriza sativa* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 7.; 1997, Foz do Iguaçu, **Informativo ABRATES**, Foz do Iguaçu, 1997.

GANGULI, S.; SEN-MANDI, S. Effects of ageing on amylase activity and scutellar cell structure during imbibition in wheat seed. **Annals of Botany**, v. 71, n. 5, p. 411-416, 1993.

GRATÃO, P.; POLLE, A.; PETER, L.E.; AZEVEDO, R.. Making the life of heavy metal-stressed plants a little easier. **Functional Plant Biology**, v.32, n.6, p.481-494, 2005.

GUIMARÃES, C. M.; SANTOS, A. B.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; STONE, L. F. Sistemas de cultivo. In.: SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de A. **A Cultura do Arroz no Brasil**. Embrapa Arroz e Feijão, 2ª Ed. rev. ampl., 2006. p 257-288.

HODGES, D.M.; ANDREWS, C.J.; JOHNSON, D.A.; HAMILTON, R.I. Antioxidant enzyme responses to chilling stress in differentially sensitive inbred maize lines. **Journal of Experimental Botany**, v. 48, n. 310, p. 1105-1113, 1997.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, n.6, p.1841-1856, 2005.

KETRING A.L. Germination inhibitors. **Seed Science and Technology**, v.1, n.2, p.305-324, 1997.

KUO, M. C.; KAO, C. H. Aluminum effects on lipid peroxidation and antioxidative enzyme activities in rice leaves. **Biologia Plantarum**, v.46, n.1, p.149-152, 2003.

- LEE, D.H.; KIM, Y.S.; LEE C.B. The inductive responses of the antioxidant enzymes by salt stress in the rice (*Oryza sativa* L.). **Journal of Plant Physiology**, v.158, n.6, p.737-745, 2001.
- LEHNINGER, A. L.; **Princípios de bioquímica**, 4 ed. São Paulo, Sarvier. 2006. 1130p.
- LIVESLEY, M.A.; BRAY, C.M. The effect of ageing upon α - amylase production and protein synthesis by wheat aleurone layers. **Annals of Botany**, v.68, n.1, p.69-73, 1991.
- MACEDO, E.C.; GROTH, D.; SOAVE, J. Influência da embalagem e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.1, p.67-75, 1999.
- MACEDO, E.C.; GROTH, D.; SOAVE, J. Influência da embalagem e do armazenamento na qualidade sanitária de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.42-50, 2002.
- MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras, UFLA/FAEPE, 2000.138p.
- MACHADO, J.C. Tratamento de sementes de feijão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 2.; 1986, Campinas. **Anais...** Campinas Fundação Cargill, 1986.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio 2010/2011 a 2020/2021**, 2011. 58p.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIERA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Teste de vigor em sementes**. FUNEP, 1994. p.133-150.
- MERONUCK, R.A. The significance of fungi in cereal grains. **Plant Disease**, v.71, n.3, p.287-291, 1987.
- MILLER, G. Use of dinitrosalicilic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, v. 31, n.3, p. 426-428, 1959.
- MISRO, B.; MISRA, P.K. Certain considerations on seed dormancy in rice. **Oryza**, v.6, n.2, p.18-22, 1969.
- MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends in Plant Science**, v.7, n.9, p.405-410, 2002.

MITTLER, R.; VANDERAUWERA, S.; GOLLERY, M.; BREUSEGEM, V. F. Reactive oxygen gene network of plants. **Trends in Plant Science**, v.9, n.10, p.490 – 498, 2004.

MITTOVA, V.; THEODOULOU, F.L.; KIDDLE, G.; VOLOKITA, M.; TAL, M.; Comparasion of mitochondrial ascorbate peroxidase in the cultivated tomato *Lycopersicon esculatum*, and its wild, salt – tolerant relative, *L. penellii* – a role for matrix isoforms in protection against oxidative damage. **Plant Cell & Environment**, v.27, n.2, p. 237 – 250, 2004.

MIZUNO, M.; KAMEI, M.; TSUCHIDA, H. Ascorbate peroxidase and catalase cooperate for protection against hidrogen peroxide generated in potato tubers during low-temperature storage. **Biochemistry Molecular Biology International**, v.44, n.4, p. 717-725, 1998.

NAKADA, P.G.; OLIVEIRA, J. A.; MELO, L. C.; SILVA, P. A.; PERINA, F. J. Desempenho durante o armazenamento de sementes de pepino submetidas a diferentes métodos de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.42-51, 2010.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: Conceitos e Testes**. ABRATES, 1999. p.1-21.

NAKANO, Y.; ASADA, K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. **Plant Cell Physiology**, v. 22, n. 5, p. 867-880, 1981.

NASR, N.; CARAPETIAN, J.; HEIDARI, R.; ASRI REZAEI, S.; ABBASPOUR, N.; DARVISHZADEH, R.; GHEZELBASH, F. The effect of aluminum on enzyme activities in two wheat cultivars. **African Journal of Biotechnology**, v.10, n.17, p.3354-3364, 2011.

NEDEL, J. L.; SCHUCH, L.O.B.; ASSIS, F.N.; CARMONA, P.S. A planta de arroz: morfologia e fisiologia. In: PESKE, S.T.; SCHUCH, L.O.B.; BARROS, A.C.S.A. Ed. **Produção de arroz irrigado**. 3ed. Pelotas: Universitária/UFPel, 2004. p.17-63.

OLATOYE, S.T.; HALL, M.A. Interaction of ethylene and light on dormant weed seeds. In: HEYDECKER, W. (Ed.). **Seed ecology**. Norwich, Englan: Pennsylvania State University, 1972. p.233-249.

PESKE, S.T.; LUCCA FILHO, O.A.; BARROS, A.C.S.A. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 2.ed., Pelotas: Universitária/UFPel, 2006, 470p.

PETRUZZELLI, L.; e TARANTO, G. Amylase activity and loss of viability in wheat. **Annals of Botany**,v.66, n.4, p.375-380, 1990.

QUAGLIARIELLO, V.; PANIZZI, R.C.; VIEIRA, R.D.; FORNASIERI-FILHO, D. Incidência, transmissão e controle de *Rhynchosporium oryzae* em sementes de arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 10., 1997, Foz do Iguaçu. **Informativo Abrates**, 1997.

RAMALHEIRO, J. P. da S. C. **Contribuição para a caracterização bioquímica do estado de maturação de azeitonas de diferentes variedades**. 2009. 51p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar - Qualidade e Segurança Alimentar) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

RAZERA, L. F.; LAGO, A. A.; MAEDA, J. A.; ZINK, E.; JÚNIOR, G. G.; TELA, R. Armazenamento de sementes de arroz e milho em diferentes embalagens e localidades paulistas. **Bragantia**, v.45, n.2, p.337-352, 1986.

ROBERTS, E.H. An investigation of inter varietal differences in dormancy and viability of rice seed. **Annals of Botany**, v.27, n.2, p.365-369, 1963.

SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes -UFV - Viçosa, 2007.

SANTOS, C.M.R.; MENEZES, N.L.; VILLELA, F.A. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p.104-114, 2005.

SANTOS, C.M.R.; MENEZES, N.L.; VILLELA, F.V. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.110-119, 2004.

SCANDALIOS, J.G. Oxidative stress: molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.38, n.7, p. 995 -1014, 2005.

SHARMA, P.; DUBEY, R. S. Ascorbate peroxidase from rice seedlings: properties of enzyme isoforms, effects of stresses and protective roles of osmolytes. **Plant Science**, v.167, n.3, p. 541-550, 2004.

SHIGEOKA, S.; ISHIKAWA, T.; TAMOI, M.; MIYAGAWA, Y.; TAKEDA, T.; YABUTA, Y.; YOSHIMURA, K. Regulation and function of ascorbate peroxidase isoenzymes. **Journal of Experimental Botany**, v.53, n.372, p. 1305 – 1319, 2002.

SILVA, F.S.; PORTO, A.G.; PASCUALI, L.C.; SILVA, F.T.C. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.8, n.1, p. 45-56, 2010.

SMIDERLE, O.J.; DIAS, C.T.S. Época de colheita e armazenamento de sementes de arroz produzidas no cerrado de Roraima. **Revista Agro@mbiente**, v.5, n.1, p.18-23, 2011.

SPINOLA, M.C.M.; CICERO, S.M.; MELO, M. Alterações bioquímicas e fisiológicas em sementes de milho causadas pelo envelhecimento acelerado. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 2, p. 263-270, 2000.

TANAKA, M. A. S.; MAEDA, J. A.; ALMEIDA, I. H. Microflora fúngica de sementes de milho em ambientes de armazenamento. **Scientia Agrícola**, v.58, n.3, p.501- 508. 2001.

TAKAHOSHI, N. Physiology of dormancy. In: MATSUO, T.; KUMAZAWA, K.; ISHII, R.; ISHIHARA, K; HIRATA, H . **Science of the rice plant**. Tokyo: Food and Agricultural Policy Research Center, 1995. p.45-65.

TANG, W.T.; CHIANG, S.M. Studies on the dormancy of rice seed. **Memoirs**, National Taiwan University, College of Agriculture, v.4, n.1, p.1-12, 1955.

TOMMASI, F.; PACIOLLA, C.; PINTO, M.C.; GARA, L.D. A comparative study of glutathione and ascorbate metabolism during germination of *Pinus pinea* L. seeds. **Journal of Experimental Botany**, v. 52, n.361, p.1647-1654, 2001.

WETZEL, M.M.V.S. Fungos de armazenamento. In: SOAVE, J.;WETZEL, M.M.V.S. (Ed.) **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987, p.260-275.

VIEIRA, A. R.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; CARVALHO, M. L. M.; PEREIRA, E. M.; CARVALHO, B. O. Qualidade de sementes de arroz irrigado produzidas com diferentes doses de silício. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.3, p.490-500, 2011.

VIEIRA, A. R.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; VON PINHO, E. V. R.; PEREIRA, C. E.; CLEMENTE, A. C. S. Marcador isoenzimático de dormência em sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 81-89, 2008.

VIEIRA, A. R.; VIEIRA, M. G. G. C.; OLIVEIRA, J. A.; SANTOS, C. D. Alterações fisiológicas e enzimáticas em sementes dormentes de arroz armazenadas em diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n.2, p. 53-61, 2000.

VIEIRA, A.R.; OLIVEIRA, J.A.; VIEIRA, M.G.G.C.; FRAGA, A.C.; SANTOS, C.D. Action of gibberellic acid (GA₃) on dormancy and activity of alfa-amylase in rice seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.2, p.43-48, 2002.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. ABRATES, 1999, p.1-26.

YOSHIMURA, K.; YABUTA, Y.; ISHIKAWA, T.; SHIGEOKA, S. Expression of spinach ascorbate peroxidase isoenzymes in response to oxidative stresses. **Plant Physiology**, v. 123, n.1, p. 223- 234, 2000.

ZIEGLER, P. Cereal beta-amylases. **Journal of Cereal Science**, v.29, n.3, p.195-2004, 1999.