



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
FACULDADE DE AGRONOMIA “ELISEU MACIEL”  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DE SEMENTES**

**MATURIDADE DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO (*Oryza sativa* L.) E  
VARIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES NA PANÍCULA**

**Rodrigo Castro Soares**

**Pelotas  
Rio Grande do Sul – Brasil  
Julho de 2008**

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
FACULDADE DE AGRONOMIA “ELISEU MACIEL”  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
SEMENTES**

**MATURIDADE DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO (*Oryza sativa* L.) E  
VARIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES NA PANÍCULA**

**Rodrigo Castro Soares**

Dissertação apresentada à Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" da Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Dr. Silmar Teichert Peske, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes.

**Pelotas  
Rio Grande do Sul – Brasil  
Agosto de 2008**

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

S676m Soares, Rodrigo Castro

Maturidade de sementes de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) e variação da qualidade fisiológica das sementes na panícula / Rodrigo Castro Soares ; Silmar Teichert Peske, orientador ; Paulo Ricardo Reis Fagundes, coorientador. — Pelotas, 2008.

83 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2008.

1. *Oryza sativa*. 2. Colheita. 3. Germinação. 4. Vigor. I. Peske, Silmar Teichert, orient. II. Fagundes, Paulo Ricardo Reis, coorient. III. Título.

CDD : 631.521

**MATURIDADE DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO (*Oryza sativa* L.) E  
VARIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES NA PANÍCULA**

**Autor:** Rodrigo Castro Soares

**Comitê de Orientação:**

Prof. Dr. Silmar Teichert Peske (Orientador)

Dr. Paulo Ricardo Reis Fagundes (Co-orientador)

## SUMÁRIO

RESUMO.....	5
ABSTRACT .....	6
1. INTRODUÇÃO .....	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1. HISTÓRIA DO ARROZ.....	10
2.2. IMPORTÂNCIA DO ARROZ.....	11
2.3. ARROZ NO BRASIL.....	13
2.4. IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DE SEMENTE.....	14
2.5. FORMAÇÃO DA SEMENTE DE ARROZ.....	17
2.6. PONTO DE COLHEITA.....	19
2.7. MATURAÇÃOFORMAÇÃO DA SEMENTE DE ARROZ.....	22
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
5. CONCLUSÕES.....	65
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66

## **MATURIDADE DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO (*Oryza sativa* L.) E VARIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES NA PANÍCULA**

**Autor:** RODRIGO CASTRO SOARES

**Orientador:** SILMAR TEICHERT PESKE

**RESUMO** - O conhecimento do processo de maturação de sementes e dos principais fatores envolvidos é de fundamental importância para a orientação dos produtores de sementes, auxiliando no controle de qualidade, principalmente no que se refere ao planejamento e a definição da época ideal de colheita, visando qualidade e produtividade. Com o objetivo de determinar o ponto de maturidade fisiológica de sementes de arroz irrigado, foram colhidas amostras de quatro em quatro dias, baseadas no número de dias após a antese (d.a.a.), sendo que, para a cultivar BRS Atalanta, foram realizadas quinze, e para a cultivar BRS Pelota, treze colheitas. As sementes foram avaliadas quanto ao teor de água; peso de matéria seca; viabilidade, através do teste de germinação, e vigor, através dos testes de primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado e índice de velocidade de emergência. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado e, os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial, em função das épocas de colheita para as duas cultivares, sendo selecionado para explicar os resultados o modelo quadrático. As sementes da cultivar BRS Atalanta apresentaram máximo acúmulo de matéria seca aos 38 d.a.a., quando o teor de água estava em torno de 21,5 %. Os testes de germinação, primeira contagem de germinação e o índice de velocidade de emergência, também, tiveram seus valores máximos aos 38 d.a.a., já o teste de envelhecimento acelerado não acompanhou as demais avaliações, atingindo o máximo aos 42 d.a.a. Para a BRS Pelota, o acúmulo de matéria seca das sementes chegou ao ápice, aos 40 d.a.a., quando o teor de água estava em torno de 22 % e alcançaram os valores máximos de germinação, envelhecimento acelerado e índice de velocidade de emergência. O teste de primeira contagem de germinação chegou ao máximo aproximadamente aos 36 d.a.a. A melhor época de colheita para sementes de arroz ocorre entre 36 e 42 DAF, quando as sementes apresentam índices superiores de qualidade fisiológica.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, germinação, vigor, colheita.

## MATURITY IN SEEDS OF IRRIGATED RICE (*Oryza sativa* L.) AND VARIATION OF PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SEEDS IN PANICLE

**Author:** RODRIGO CASTRO SOARES

**Adviser:** SILMAR TEICHERT PESKE

**ABSTRACT** - The knowledge of the seed maturation process and all the main factors involved on it, are of great deal for the seed producers, becoming a helping hand on the quality control, mainly when it comes to planning and deciding the right harvesting moment, while aiming at quality and yield. Having the objective of determining the physiological maturity moment of irrigated rice seeds, it were collected samples every four days, based on the number of days after anthesis ( d. a. a. ), reaching then fifteen harvests of the cultivar BRS Atalanta, and 13 of the BRS Pelota. The seeds were evaluated by moisture content; dry matter; and viability, trough vigor and germination tests, as germination first counting, accelerated aging, and emergence velocity rate. The statistic delineation was complete randomized blocks, and the data was submitted to the variance analyses and polimomial regression, regarding the harvest moments for both cultivars, and then showing the results by the quadratic model. The seeds of the Cultivar BRS Atalanta presented maximum dry matter at 38 d. a. a., when the moisture content was 21,5%. The germination tests, germination first counting and the emergence velocity rate, also had their maximum values at 38 d. a. a.. However, the accelerated aging test did not correlated to the other tests, reaching maximum values only at 42 d. a. a.. To the BRS Pelota, the maximum dry matter was observed only at 40 d. a. a., when the moisture content was around 22%. The germination percentage, accelerated aging and emergence velocity rate, reached maximum values all together. The germination first counting reached it's maximum at 36 d. a. a.. The best harvest moment for the rice seeds occurs between 36 and 42 d.a.a., when the seeds present superior rates of physiological quality.

Index Terms: *Oryza sativa*, germination, vigor, harvesting.

## 1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) destaca-se por fazer parte da dieta básica de aproximadamente dois terços da população mundial, fornecendo 20% da energia e 15% da proteína per capita necessária ao homem, além de ser considerada a espécie de maior potencial para aumento de produção e para o combate da fome no mundo (FAO, 2000).

A cultura é explorada em todos os continentes, ocupando, anualmente, uma área de aproximadamente 150 milhões de hectares (ha), com uma produção de 577,9 milhões de toneladas. No Brasil, maior produtor Sul-americano, 62% da produção de arroz provêm do sistema de cultivo irrigado, destacando-se o estado do Rio Grande do Sul como maior produtor brasileiro e considerado estabilizador da safra nacional devido à estabilidade da sua produção (AZAMBUJA et. al., 2002).

A qualidade da semente é a chave para o incremento da produção e produtividade de qualquer cultura. Uma vez colhida com alto potencial fisiológico e sendo bem armazenada, em condições adequadas, a semente proporcionará uma boa lavoura.



A qualidade de sementes compreende uma série de parâmetros (genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários) que determinam sua indicação para a semeadura (POPINIGIS, 1985). O potencial fisiológico é diretamente responsável pelo desempenho das sementes no armazenamento e no campo. A resistência mostrada pelas sementes de alta qualidade a condições adversas de campo, e conseqüentemente, a emergência de plantas e produção final de matéria seca e grãos, tem grande importância na agricultura, tornando seu estudo objetivo básico da pesquisa sobre vigor de sementes. Neste sentido, o conhecimento do ponto de colheita é fator preponderante para obtenção de sementes de qualidade, pois à medida que as sementes permanecem no campo iniciam-se os processos de deterioração. Assim, alguns cuidados relacionados à colheita devem ser tomados, pois a colheita antecipada ou tardia afeta a produção e a qualidade das sementes. Os prejuízos da colheita muito cedo são: elevada ocorrência de grãos verdes, gessados e mal formados, que não completaram o seu desenvolvimento. Por outro lado, se a colheita for feita tardiamente, com os grãos apresentando teor de água muito baixo, ocorrem perdas por degrana natural, por acamamento, ataque de insetos, pássaros e roedores (SOARES, 2001).

Segundo ANDRADE et. al, (1992), a colheita é a atividade mais arriscada em relação à qualidade do produto, e que mais demanda mão-de-obra e recursos do agricultor, tornando fundamental a identificação do momento correto do seu início.

Alguns estudos afirmam que o ponto de maturidade fisiológica seria, teoricamente, o mais indicado para a colheita, pois representa o momento em que

a qualidade da semente é máxima. Evidentemente, a colheita das sementes nesta fase se torna difícil, uma vez que a planta ainda apresenta grande quantidade de ramos e folhas verdes, o que dificultaria a colheita mecânica. Além disso, o alto teor de água ocasionaria danos mecânicos e haveria ainda a necessidade de utilização de um método rápido e eficiente de secagem, que na prática nem sempre é possível.

Dessa forma, a determinação da época adequada de colheita de sementes é de extrema importância, porque sementes colhidas no momento certo apresentam um desenvolvimento físico e fisiológico que lhes garantem o máximo poder germinativo e vigor (CARVALHO & NAKAGAWA, 1983), viabilizando a tecnologia de produção de sementes de arroz.

Dada à importância que a qualidade da semente representa para a cultura do arroz, este trabalho teve por objetivo identificar, através da marcação de flores, o ponto de maturação fisiológica de sementes de arroz das cultivares BRS Atlanta e BRS Pelota para a região de Pelotas, bem como, observar o efeito da localização da semente na panícula sobre sua qualidade fisiológica.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 HISTÓRIA DO ARROZ

O arroz (*Oryza* sp.) existe em duas formas distintas, a silvestre e a cultivada, sendo a última originada da primeira. Dentro dessas formas, temos duas distintas origens para o arroz, e a tendência moderna é a de classificá-lo em arroz asiático e arroz africano.

O arroz asiático (*Oryza sativa* L.) parece ter sua origem na região Sudoeste do Himalaia. As cultivares que conhecemos, tanto as irrigadas como as de sequeiro, pertencem a este grupo. Contudo, as numerosas migrações humanas ocorridas confundem bastante a identificação precisa de sua origem. Alguns relatos apontam também, como regiões de origem do arroz, o Nordeste da Índia, Bangladesh, Myanmar, Tailândia, Camboja, Vietnã e Laos. Já o arroz africano (*Oryza glaberrima*), teve sua origem ao longo do rio Niger, convém destacar que a área de cultivo desse arroz é diminuta, sem muita relevância (ROSSO, 2007).

A domesticação do arroz é considerada como tendo ocorrido entre 15.000 a 10.000 A.C., e esta espécie tem sido cultivada na China e na Índia por mais de 8.000 anos (KHUSH, 1977). Tornou-se conhecido na Europa aos 300 anos da era

cristã, quando também foi introduzido no Japão. Relatos indicam que foram, provavelmente, os portugueses quem introduziram esse cereal na África Ocidental, e os espanhóis, os responsáveis pela sua disseminação nas Américas por volta do século XVII (ALCOCHETE, 2005). Atualmente, essa cultura está disseminada por todo o mundo em regiões de clima tropical e temperado, e continua sendo uma das principais fontes de alimento, especialmente nos países asiáticos.

## **2.2 IMPORTÂNCIA DO ARROZ**

Ao longo da história, o arroz tem sido um dos alimentos mais consumido no planeta Terra. É a principal fonte de energia para a maioria dos seres humanos, principalmente para as populações pobres dos países de regiões tropicais e subtropicais e dos chamados países emergentes ou em fase de desenvolvimento (MAGALHÃES JR., 2007). É a principal cultura alimentar e um dos alimentos diários de mais de metade da população mundial. Este cereal fornece cerca de 20% das calorias consumidas mundialmente (KHUSH, 2001).

É o segundo cereal mais cultivado no mundo, ocupando uma área aproximada de 148 milhões de hectares (GOMES & MAGALHÃES JR., 2004). O consumo médio individual de arroz, em nível mundial, é de 60 kg/pessoa/ano, sendo que os países asiáticos são os que apresentam as médias mais elevadas, situadas entre 100 e 150 kg/pessoa/ano, enquanto que na América Latina

consomem-se em média 30 kg/pessoa/ano, destacando-se o Brasil como um grande consumidor (45 kg/pessoa/ano) (GOMES & MAGALHÃES JR., 2004).

O arroz, como grão, é exclusivamente consumido pelo ser humano. Cerca de 90% da produção mundial de arroz é consumido na Ásia, onde esta cultura constitui dieta base e a principal fonte de carboidratos, proteínas, lipídeos e minerais. A matéria verde é também uma importante ração animal em muitos países (KHUSH, 1977; ROUHI, 1997; OECD, 1999).

A maior produção de arroz está centralizada na Ásia, incluindo o subcontinente indiano, que é também a principal região consumidora. Por exemplo, China e Índia permanecem no topo dos produtores mundiais (TABELA 1), mas são também os países com as maiores populações mundiais.

**Tabela 1** – Maiores produtores mundiais de arroz (SAFRA 2002/03 – Base casca, em milhões de toneladas).

PAÍS	PRODUÇÃO	PARTICIPAÇÃO (%)
CHINA	177,5	30,50
ÍNDIA	120,0	20,62
INDONÉSIA	51,6	8,86
BANGLADESH	38,5	6,61
VIETNÃ	34,1	5,86
TAILÂNDIA	25,8	4,43
MYANMAR	21,9	3,76
FILIPINAS	13,2	2,27
ÁFRICA	12,0	2,06
JAPÃO	11,1	1,91
BRASIL	10,7	1,84
SUBTOTAL	516,4	88,7
OUTROS	65,6	11,28
TOTAL	582,0	100,0

Fonte: FAO, 2003

A produção mundial de arroz, em 2003, foi de 582,0 milhões de toneladas (Mt), tendo a China com o principal produtor, com cerca de 180 Mt, enquanto o Brasil é o décimo – primeiro produtor, com cerca de 10 Mt de arroz (FAO, 2003).

### **2.3 ARROZ NO BRASIL**

Historiadores consideram que a cultura foi trazida ao Brasil através dos imigrantes alemães em 1832, para ser consumido na forma de arroz doce. Entretanto, o arroz silvestre já ocorria no Brasil antes da chegada dos portugueses (BUSO, 1998).

A prática da orizicultura no Brasil, de forma organizada e racional, só aconteceu em meados do século XVIII (PEREIRA, 2002). Atualmente, o arroz é cultivado em praticamente todos os estados do Brasil.

A área total cultivada com arroz no País tem sido de, aproximadamente, 3,5 milhões de ha, com uma produção total de 11,5 milhões de toneladas. Do total de arroz produzido, 60% são oriundos do sistema de cultivo de várzea e 40%, de terras altas. O Estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz irrigado do Brasil, com uma área cultivada de cerca de 1 milhão de hectares e uma produção de 6,3 milhões de toneladas, correspondendo a aproximadamente metade da produção nacional (LSPA, 2004).

O arroz é um dos importantes produtos do agronegócio nacional, consumido diariamente pela ampla maioria da população, representou, na safra

2007/2008 um volume de 11.047.937 toneladas de grãos (LSPA, 2008), sendo responsável por significativa parcela da renda de um grande número de produtores rurais.

## **2.4 IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DE SEMENTE**

O potencial máximo de produtividade de uma dada cultura é definido pela carga genética contida nas sementes, tornando esta um insumo extremamente importante, fazendo com que todos os processos e práticas da lavoura sejam planejados e conduzidos em função das mesmas. Em outras palavras, produção com alta qualidade e quantidade somente é obtida com sementes de elevada qualidade genética, associada a técnicas e práticas agrícolas que propiciem as melhores condições para um adequado desenvolvimento do material genético (PATERNIANI, 1998).

Sabe-se que a semente de alta qualidade oportuniza uma melhor “população de plantas” na lavoura, o que possibilita melhorar o aproveitamento de fertilizantes e corretivos, reduzir os problemas causados por invasoras e, conseqüentemente, aumentar a produtividade e reduzir custos de produção, fatores que podem determinar a sustentabilidade da agricultura (SOSBAI, 2007).

Segundo CARRARO (2005), nada é mais importante para a agricultura do que as sementes, incluindo em uma visão mais ampla além da forma botânica da semente, as outras formas de propagação assexuada, como maneira de transferir

os atributos genéticos intrínsecos e não somente a condição fisiológica para originar outra planta.

A utilização de sementes certificadas e de boa qualidade fisiológica, geralmente, representa valores muito baixos no custo total de produção de uma determinada cultura, principalmente quando são considerados os valores agregados e os benefícios de sua utilização.

De acordo com DELOUCHE (1981), a produção de grãos e a de sementes difere apenas em alguns pontos críticos, como: seleção mais criteriosa da área de cultivo para a produção de sementes; semente utilizada precisa ser de origem pura; são tomados cuidados para evitar misturas nos processos de semeadura, colheita, armazenamento e secagem; isolamento da área para evitar cruzamentos indesejáveis; realização de inspeções nos equipamentos durante o processo de colheita; na produção de sementes, as mesmas são limpas, embaladas e armazenadas em melhores condições do que o grão.

Mesmo assim, alguns produtores consideram mais econômico deixar as sementes secarem no campo, embora ignorem que, além de perdas na sua qualidade fisiológica, pode ocorrer um maior ataque de patógenos e insetos, bem como perdas quantitativas com chuvas, granizo e ventos fortes (DAVILA, 1986).

Para DELOUCHE (1968), a deterioração é inexorável, irreversível e progressiva, e tanto MOORE (1971) como FRANÇA NETO (1984) consideram que as maiores perdas ocorrem quando as sementes secas de soja são expostas à água da chuva ou do orvalho. A deterioração de sementes, que é intensificada por



altas temperaturas e/ou por oscilações de umidade, ocorre quando a respiração, a degradação de lipídios, de proteínas e o desenvolvimento de microorganismos aumentam e a atividade enzimática é reduzida e conseqüentemente, afetam a germinação e o vigor das sementes.

Os estados iniciais de deterioração são geralmente superficiais, não provocando perdas imediatas do potencial germinativo, enquanto que exposições sucessivas e intensas podem chegar a reduzir o vigor e a germinação. Por outro lado, para PESKE & PEREIRA (1983), a absorção de água pela semente no campo, pronta para ser colhida, pode ser apontada como a principal causa para a sua baixa qualidade.

Atualmente, para avaliação de qualidade de sementes de arroz no Estado do Rio Grande do Sul (RS), utiliza-se apenas a percentagem (%) de germinação, pureza, arroz sem casca, outras sementes (outras espécies cultivadas e % de sementes silvestres), sementes atípicas (quanto à pilosidade), outras cultivares, sementes nocivas (toleradas e proibidas). Isso é feito conforme estabelecido pelas Normas e Padrões de Produção de Sementes para o Estado do RS (RIO GRANDE DO SUL, 2000).

No entanto, sabe-se que sementes com mesmo percentual de germinação podem apresentar diferentes percentagens de emergência e diferente desenvolvimento inicial devido à variação de vigor entre lotes distintos. Isso limita, em certo grau, a confiabilidade da análise em relação à emergência da semente a campo em condições adversas, tais como frio e excesso de umidade.

O potencial fisiológico é diretamente responsável pelo desempenho das sementes no armazenamento e no campo. A resistência mostrada pelas sementes de alta qualidade a condições adversas de campo, e conseqüentemente, a emergência de plantas e produção final de matéria seca e grãos, têm grande importância na agricultura, tornando seu estudo objetivo básico da pesquisa sobre vigor de sementes.

Para a obtenção de sementes com qualidade superior deve-se conhecer as modificações que ocorrem nos teores de água, no conteúdo de matéria seca, na germinação e no vigor durante o seu desenvolvimento (SADER & SILVEIRA, 1988), objetivando determinar qual é o seu ponto de maturação fisiológica, e, conseqüentemente, a melhor época para se efetuar a colheita.

## **2.5 FORMAÇÃO DA SEMENTE DE ARROZ**

O arroz é uma planta auto-fecundada, com a polinização ocorrendo primeiro na extremidade superior da panícula, seguindo para a base. A duração do período que vai do florescimento à maturidade fisiológica varia de 30 a 40 dias, em função principalmente das condições de temperatura do ar. Há pouca diferença entre cultivares na duração deste sub-período.

O ovário fertilizado desenvolve-se mais rapidamente no sentido longitudinal que no transversal. Já no sétimo dia a cariopse em formação pode atingir o

comprimento da semente madura, mas a espessura e a largura só se completam vários dias mais tarde.

O teor de água da semente diminui rapidamente após a antese. Nos dias seguintes perde mais água e um mês após a antese a semente contém cerca de 20-25% de água. Daí por diante a perda é muito pequena e, na colheita, cerca de 40 dias após a antese, está geralmente com 20% de água.

O processo de maturação da semente de arroz pode ser dividido em quatro fases distintas: 1) Fase leitosa: semente ainda ligeiramente verde e com volume máximo. Apresenta aspecto leitoso pela existência de grande número de grânulos de amido; 2) Fase pastosa: semente com consistência pastosa. Quando o pericarpo é colorido, a cariopse vai ficando com a coloração própria; 3) Fase semi-dura: a semente torna-se consistente com a coloração e a textura próprias da variedade; 4) Fase dura: a maturação está completa.

Teoricamente, o arroz poderia ser colhido nesta fase, desde que fossem dadas condições para secagem imediata, uma vez que o teor de água da semente ainda é elevado, na faixa de 30 a 40%. Normalmente, espera-se que o teor de água diminua para 23% para se iniciar a colheita mecanizada.

A duração do sub-período maturidade fisiológica a maturação de colheita depende basicamente das condições climáticas vigentes, onde a semente apenas passa por um processo físico de perda de água. Condições de temperatura do ar elevada e umidade relativa do ar baixa, associadas à ocorrência de ventos, aceleram o processo de perda do teor de água nas sementes. Após o processo de

maturação fisiológica a planta pode levar de uma a duas semanas até atingir condições para ser colhida mecanicamente.

## **2.6 PONTO DE COLHEITA**

De acordo com ANDRADE, ABREU E RAMALHO (1992), a colheita é a atividade mais arriscada em relação à qualidade do produto, e que mais demanda mão de obra e recursos do agricultor, tornando fundamental a identificação do momento correto do seu início.

O ponto adequado de colheita, em função da maturação da semente, é um dos processos mais críticos na produção de sementes de qualquer espécie, devido ao fato de apresentar reflexos diretos na qualidade da semente. Na operação de colheita, geralmente, prefere-se que o teor de água da semente esteja o mais próximo possível dos 13%, para o seu adequado manuseio e armazenamento. Sua pretensão, com isso, é simplificar as operações de colheita, recepção e beneficiamento, reduzindo custos e, principalmente, evitando perdas na qualidade fisiológica durante o processo de secagem (MARCOS FILHO, 1986).

A operação de colheita normalmente não coincide com os valores máximos de germinação e de vigor das sementes, os quais ocorrem no momento de maturidade fisiológica. STEFFE et al. (1980) salientaram que procedimentos

adequados de colheita devem ser determinados para cada variedade cultivada em uma dada região. Os grãos longos e muito finos de certas variedades se quebram com maior facilidade, enquanto que variedades de maturação desuniforme tendem a produzir um excessivo número de grãos imaturos (WEBB, 1980). Quando mal conduzida, a colheita acarreta perdas, comprometendo os esforços e os investimentos dedicados à cultura durante todo o processo de produção.

Na cultura do arroz a colheita precoce pode corresponder à excessiva quantidade de sementes imaturas, mal formadas e chochas, resultando em diminuição de rendimento, baixo vigor e qualidade das sementes, que se apresentam com alto teor de água e frequentemente gessadas, ou seja, com formação incompleta dos grãos de amido em determinadas partes do endosperma. A colheita precoce somente é justificada por aumentar o período de tempo disponível para o preparo do solo para a próxima semeadura e por reduzir o período em que a cultura é suscetível ao ataque de insetos e pássaros.

Com a colheita tardia ocorre o trincamento de sementes, o aumento da debulha natural e o acamamento das plantas. A colheita tardia também expõe a lavoura a riscos climáticos e ao ataque de insetos, doenças e pássaros, reduzindo a produtividade, bem como acelera o processo de deterioração das sementes (GOMES & MAGALHÃES JR., 2004).

Neste sentido, FONSECA & SILVA (1999) relatam que o arroz atinge o ponto de maturação adequado para a colheita quando dois terços dos grãos/sementes da panícula atinge pleno amadurecimento e apresenta coloração

característica da variedade, o que geralmente coincide com o ciclo da cultura. Contudo, essa metodologia torna duvidosa a eficiência e uniformidade desse processo de determinação, pois é extremamente interpretativa e variável de produtor para produtor.

De acordo com experiências realizadas no Rio Grande do Sul, o arroz deve ser colhido com teor de água superior a 20% e inferior a 26%, determinando os limites ideais do ponto de colheita. Dessa maneira, seria ideal realizar a colheita, perto à maturidade fisiológica, ou seja, após a estabilização da translocação da matéria seca às sementes, quando alcançam o potencial máximo de germinação e vigor (JACINTHO & CARVALHO, 1974; MARCOS-FILHO *et al.*, 1981; MARCOS-FILHO *et al.*, 1985).

O momento ideal para colheita de sementes depende de vários fatores, dentre os quais o conhecimento do processo de maturação das sementes da variedade cultivada. As sementes maduras são fisiologicamente independentes da planta-mãe, de modo que, se permanecerem no campo durante período de tempo prolongado, após atingirem a maturidade, sua qualidade geralmente é prejudicada. Esse fato foi evidenciado em pesquisas efetuadas por SEDIYAMA *et al.* (1972), AZEVEDO (1975) e PASCHAL II & ELLIS (1978).

O conhecimento da melhor época de colheita é imprescindível para a produção de sementes de alta qualidade. Sua determinação baseia-se geralmente em apenas dois parâmetros: o teor de água das sementes e o aspecto das plantas. Entretanto, esses parâmetros nem sempre são suficientes para indicar o

momento mais favorável. Assim, um maior conhecimento da maturação fisiológica das sementes torna-se necessário.

## **2.7 MATURAÇÃO E MATURIDADE FISIOLÓGICA DA SEMENTE**

O estudo da maturidade e do processo de maturação de sementes é de fundamental importância, pois é uma forma de se conhecer o comportamento das espécies no tocante à sua reprodução, possibilitando, assim, prever o estabelecimento e a época adequada de colheita.

### **2.7.1 PROCESSO DE MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DA SEMENTE**

BRENCHLEY & HALL (1909) conceituaram a maturação como um processo de desidratação das sementes enquanto ainda ligadas a planta mãe. A partir daí, vários estudos contribuíram para a evolução dos conceitos sobre maturação e maturidade de sementes, sendo o mais aceito o estabelecido por DELOUCHE (1976). De acordo com o autor a maturação é um processo constituído por uma série de alterações morfológicas, físicas, fisiológicas e bioquímicas que ocorrem a partir da fecundação do óvulo, e prosseguem até o momento em que as sementes se desligam fisiologicamente da planta mãe, ou seja, atingem a maturidade fisiológica.

A partir dos anos 60, intensificaram-se as pesquisas relacionadas com a maturação de sementes, inicialmente lideradas por DELOUCHE (1971), que propôs o conceito tecnológico de maturidade fisiológica. Segundo MARCOS-FILHO (2005), esses estudos constituíram prioridade evidente a partir dessa época, para isso, contribui a plena aceitação da associação entre maturidade e o auge do potencial fisiológico das sementes, determinando a procura por informações que pudessem aumentar a eficiência do processo de colheita.

Em tecnologia de sementes, o estudo da maturação é feito com o objetivo de se determinar o ponto ideal de colheita, visando à produção e a qualidade de sementes (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

O conhecimento de como se processa a maturação das sementes e dos principais fatores envolvidos é de fundamental importância para a orientação dos produtores de sementes, auxiliando no controle de qualidade, principalmente no que se refere ao planejamento e a definição da época ideal de colheita, visando qualidade e produtividade (DIAS, 2001).

O estudo da maturação das sementes é estratégico, no sentido de orientar produtores de sementes quanto ao momento ideal de colheita, o estágio de máxima qualidade das sementes e também avaliar a qualidade das mesmas quando a colheita é retardada, pois a permanência das sementes no campo, após a maturidade fisiológica, pode ser associada a perdas na produtividade, germinação e no vigor (ARAÚJO, 2006).



O processo de maturação tem início logo após a polinização, que é o transporte do grão de pólen até o estigma (parte feminina) da flor. Ocorre então a fertilização, que nada mais é que a união do gameta masculino, liberado pelo pólen, com o gameta feminino que está localizado no óvulo. O óvulo, uma vez fecundado, se desenvolverá e originará a semente, que na maioria das espécies está contida no interior do fruto, o qual resulta do desenvolvimento do ovário da flor. A partir desta união de gametas, ocorre uma série de transformações morfológicas e fisiológicas que vão dar origem ao embrião, ao tecido de reserva e ao envoltório (tegumento) da semente. Assim, o processo de maturação inicia-se com a fertilização do óvulo e se estende até o ponto em que a semente atinge a maturidade fisiológica, isto é, quando cessa a transferência de nutrientes da planta para a semente (DIAS, 2001).

O acompanhamento do desenvolvimento das sementes é feito com base nas modificações que ocorrem em algumas características físicas e fisiológicas, como tamanho, teor de água, conteúdo de matéria seca acumulada, germinação e vigor (SILVEIRA, 2002).

Após a fertilização, o tamanho da semente aumenta rapidamente, atingindo o máximo em curto período de tempo em relação à duração total do período de maturação. Este rápido crescimento é devido à multiplicação e ao desenvolvimento das células do embrião e do tecido de reserva. Após atingir o máximo, o tamanho vai diminuindo devido à perda de água pelas sementes e esta redução é variável com a espécie; em soja, por exemplo, é acentuada, enquanto que em milho é bem pequena (DIAS, 2001).

### **2.7.2 PONTO DE MATURIDADE FISIOLÓGICA**

Existem várias definições e, conseqüentemente, muitas controvérsias em relação ao momento exato em que a semente atinge a maturidade fisiológica. De um modo geral, os tecnólogos de sementes admitem que essas atingem a maturidade fisiológica quando não mais apresentam acréscimos significativos no peso da matéria seca. Porém, diversos autores, dentre os quais HALLAUER & RUSSEL (1962), GUNN & CHRISTENSEN (1965) e HARRINGTON (1972), tiveram dificuldades para caracterizar perfeitamente esse ponto.

Para POPINIGIS (1985) a maturidade é atingida quando a semente apresenta valores máximos de massa seca, poder germinativo e vigor, além de acentuada redução no teor de água, alterações visíveis no aspecto externo de frutos e sementes, que culmina com máxima capacidade germinativa e vigor das mesmas. Nesse ponto, as sementes desligam-se da planta mãe, cessa a translocação de fotossintetizados e, a partir daí, ocorrem alterações fisiológicas que levam à secagem das sementes (BARROS, 1986).

A identificação do ponto de maturidade fisiológica é de fundamental importância não só para se definir a época ideal de colheita, mas também, para se efetuar o planejamento desta operação e do beneficiamento das sementes (BORBA et al., 1995).

Devido aos aspectos já mencionados, fica claro que o ponto ideal de colheita deveria ser aquele em que a semente atinge a maturidade fisiológica, pois

após a maturidade o único fato significativo que ocorre nas sementes é uma rápida desidratação. Logicamente, a colheita realizada nesse ponto traz muita dificuldade ao produtor, devido a problemas enfrentados com a mecanização deste processo.

Quando a semente atinge a maturidade fisiológica, a planta ainda apresenta uma grande quantidade de folhas e ramos verdes e úmidos, dificultando enormemente a ação da colhedora. Além dos danos mecânicos (amassamento) causados a semente pela colhedora, dado o alto teor de água que a semente apresenta nesse estágio. O alto teor de água também exige que a semente sofra uma rápida desidratação, caso contrário torna-se imprópria para a semeadura, devido à aceleração do processo de deterioração que a semente sofre quando armazenada com altos teores de água.

### **2.7.2.1 INDICADORES DO PONTO DE MATURIDADE**

O ponto de maturidade fisiológica pode variar em função da espécie e do local, havendo a necessidade do estabelecimento de índices de maturação que permitam a definição da época adequada de colheita das sementes (EDWARDS, 1980; PIÑA-RODRIGUES & AGUIAR, 1993). Os índices mais empregados são: coloração, tamanho, teor de água e peso de matéria seca de frutos e sementes, além da capacidade de germinação e vigor das sementes.

Um bom indicador de maturidade é o índice de germinação de sementes, porém é uma característica de difícil avaliação, uma vez que o fenômeno da dormência pode interferir acentuadamente nos resultados do teste de germinação. Outro indicador, o vigor de sementes, é uma característica que acompanha, de maneira geral e na mesma proporção, o acúmulo de massa seca. Assim, uma semente atingiria seu máximo vigor quando se apresentasse com a sua máxima massa seca, podendo, é claro, haver defasagens entre as curvas, em função da espécie e condições ambientais (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

O teor de água foi considerado, quando associado a outras características, como um dos principais índices que evidencia o processo de maturação e, muitas vezes é sugerido como ponto de referência para indicar a condição fisiológica das sementes (FIRMINO et al., 1996; MARTINS & SILVA, 1997 e SILVA, 2002). Também, BORGES et al. (1980) verificaram que a maturidade fisiológica de sementes de orelha-de-negro (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong), nas condições de Viçosa - MG ocorreu quando o teor de água encontrava-se em torno de 22%.

PEDROSO (1994) e CASTRO et al. (1999) consideram a determinação do ponto adequado de colheita com base no teor de água das sementes, e BRESEGHELLO et al. (1998) baseiam-se, além do teor de água, no número de dias do florescimento médio. Segundo FONSECA et al. (1979), o teor de água ideal, para a maioria das cultivares, situa-se entre 18% e 23%. CASTRO et al. (1999), recomendam a colheita do arroz com teor de água entre 18% e 22%. Contudo, o teor de água das sementes, embora seja amplamente utilizado, não é

um bom indicador da maturidade fisiológica, devido a influências ambientais e genéticas.

SOUZA & LIMA (1985) e FIGLIOLIA (1995) afirmam que a maturidade fisiológica das sementes é geralmente acompanhada por visíveis mudanças no aspecto externo e na coloração das sementes. Por isso, alguns estudos, relatam que a coloração das sementes também pode ser considerada como um importante índice na determinação da maturidade fisiológica (CORVELLO et al., 1999; FOWLER & MARTINS, 2001).

O índice de maturação baseado na redução do tamanho das sementes em consequência da perda de água é considerado por CROOKSTON & HILL (1978) o mais preciso. Contudo, CARVALHO & NAKAGAWA (1988) e POPINIGIS (1985) consideram que a maturidade fisiológica é atingida quando a semente atinge o máximo peso de matéria seca. Este índice foi eficiente para sementes das leguminosas arbóreas: *Pterogyne nitens* (CARVALHO et al., 1980), *Mimosa scabrella* (BIANCHETTI, 1981) e *Anadenanthera macrocarpa* (SOUZA & LIMA, 1985). Entretanto, para sementes de *Myroxylon balsamum*, AGUIAR & BARCIELA (1986) constataram defasagem de duas semanas entre o ponto de máximo peso de matéria seca e a máxima germinação.

Para RAJANNA & ANDREWS (1970), o ponto de completa maturação da semente é geralmente considerado como o ponto em que ela atinge a máxima massa seca durante a fase de desenvolvimento e maturação no campo. De acordo com BARBOSA et al. (1992), o peso seco máximo das sementes de

*Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb., obtido 105 dias após a antese, seria o melhor parâmetro, pois na ocasião, também observou-se uma elevação acentuada nos valores de porcentagem e índice de velocidade de germinação. Para a maioria das espécies, a colheita deve ser realizada quando as sementes atingem o máximo acúmulo de matéria seca, que pode ou não coincidir com o máximo de germinação e vigor (DAVID et al., 2002).

Muitos estudos feitos com maturação de sementes de diversas espécies apontam o ponto de máximo conteúdo de matéria seca como o melhor e mais seguro indicativo de que as sementes atingiram a maturidade fisiológica. Entretanto, ELLIS & PIETA FILHO (1992) consideram necessário que se utilize o termo maturidade fisiológica para o ponto de máxima qualidade fisiológica, denominando o ponto de máximo acúmulo de matéria seca como maturidade de massa, visto que, para algumas espécies, o máximo de qualidade fisiológica ocorre após a máxima massa da matéria seca.

FIRMINO et al. (1996) observaram que o comprimento e a massa seca da parte aérea e da raiz de plântulas de *Torresia acreana* Ducke obtidas de sementes provenientes de frutos verdes apresentaram menores valores, indicando que nesse estágio as sementes apresentavam-se com vigor ligeiramente inferior, quando comparadas com as sementes oriundas de frutos dos outros estádios de coloração.

Estudando o processo de maturação de sementes de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan, SOUZA & LIMA (1985) observaram que a massa

fresca e o índice de velocidade de germinação foram os índices que melhor caracterizaram a maturidade.

Em trabalhos conduzidos com sementes de diversas espécies como brócolis (*Brassica oleracea* L.; JETT & WELBAUM, 1996), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.; DEMIR & ELLIS, 1992) e trigo (*Triticum aestivum* L.; ELLIS & PIETA FILHO, 1992) máxima qualidade somente foi observada após o término do período de enchimento das sementes.

De uma forma geral, a literatura tem mostrado que a associação de diferentes índices de maturação tem permitido uma melhor avaliação do ponto de maturidade fisiológica das sementes de espécies florestais nativas. Em virtude disso, alguns pesquisadores procuram, sempre que possível, associar quatro ou mais índices para determinar a maturidade de sementes (BARBOSA, 1990).

Particularmente para o arroz, GONÇALO & MACIEL (1975) verificaram que no Rio Grande do Sul, a semente da cultivar EEA-404 atingiu o ponto de maturidade fisiológica, determinado pela máxima germinação, vigor e massa seca, aos 32 dias após a antese. Em São Paulo, LAGO et al. (1991) observaram que o melhor intervalo de colheita da cultivar de arroz irrigado 'IAC-4440', para semeadura ou consumo, é o de 36 aos 43 dias após o florescimento. Sementes colhidas antes da completa maturação são mais leves, mal formadas e menos vigorosas, com reflexos negativos na viabilidade e armazenabilidade.

É importante ressaltar que, em condições de campo, a evolução de cada uma destas características não é fácil de ser monitorada e a fixação de uma data

ou época para a ocorrência da maturidade fisiológica em função de eventos como semeadura, florescimento e frutificação pode apresentar diferenças para uma mesma espécie e cultivar em função das condições de clima, estado nutricional das plantas, dentre outros fatores. Portanto, torna-se interessante conhecer outros parâmetros que permitam detectar a maturidade fisiológica, correlacionando-a com características morfológicas da planta, dos frutos e/ou sementes.

Em soja, a maturidade fisiológica pode ser caracterizada pelo início da redução do tamanho das sementes, ausência de sementes verde-amareladas e hilo não apresentando mais a mesma coloração do tegumento. Sabe-se que FHER *et al.* (1971) caracterizaram o ponto de maturidade através da coloração das vagens e das folhas, enquanto CROOKSTON & HILL (1978) destacaram a coloração das vagens e o início da contração das sementes, após atingirem o máximo tamanho, como bons parâmetros.

Para hortaliças de frutos carnosos, como pimentão e tomate, a maturidade das sementes geralmente coincide com o início da mudança de coloração dos frutos, ou seja, frutos verdes com manchas avermelhadas. É importante destacar que nem sempre há necessidade de esperar pela maturação completa dos frutos para retirar as sementes. Muitas vezes, sementes provenientes de frutos ainda em maturação já atingiram a maturidade fisiológica.

Para milho, uma característica que pode estar correlacionada à maturidade fisiológica é o desaparecimento de "linha de leite". Outra característica de fácil identificação em campo é a formação de uma camada de cor negra na região de



inserção da semente no sabugo. Esta camada escura nada mais é do que uma cicatriz desenvolvida a partir da paralisação do fluxo de nutrientes da planta para a semente (HALLAUER & RUSSELL, 1962; DAYNARD & DUCAN, 1969 e CAMPOS, 1972), o mesmo foi identificado em sorgo (EASTIN *et al.*, 1973). Em outras gramíneas, como o trigo, aveia e arroz, a maturidade pode estar relacionada com mudanças da coloração verde para amarelada nas glumas e no pedicelo.

Dentro das condições tecnológicas atuais, o reconhecimento prático do ponto de maturidade tem grande importância porque permite estabelecer uma referência para identificar a época ideal para colheita e, ao mesmo tempo, o momento a partir do qual provavelmente tem início a deterioração das sementes; para tanto, os produtores têm se baseado no teor de água, cuja variação sofre influência acentuada das condições de ambiente.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2006/07, nas dependências da Estação Experimental de Terras Baixas (ETB), pertencente à Embrapa Clima Temperado, localizada em Capão do Leão, RS. Foram utilizadas as cultivares de arroz irrigado BRS Atalanta e BRS Pelota.

A BRS Atalanta é uma cultivar de ciclo super-precoce, apresentando plantas com folhas lisas e ciclo biológico ao redor de 100 dias, da emergência à maturação. Possui grãos tipo longo e fino (agulhinha), de casca lisa-clara e apresenta potencial produtivo cerca de 20% superior a outras cultivares de mesmo ciclo, além de grãos de melhor qualidade, bem como maior resistência à brusone e à bicheira-da-raíz. A BRS Pelota é uma cultivar de ciclo médio (em torno de 125 dias) e destaca-se pelo seu alto potencial produtivo. Apresenta grãos do tipo agulhinha de casca pilosa-clara.

Os experimentos foram semeados em 02/11/06 e 02/12/06, respectivamente, para as cultivares BRS Pelota e BRS Atalanta. A identificação das panículas foi realizada dia 07/02/07 na BRS Atalanta e 23/02/07 na BRS Pelota (FIGURA 1).






**FIGURA 1.** Campo experimental localizado na ETB - Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS.

As panículas foram marcadas com fio de lã (FIGURA 2), quando pelo menos 2/3 das espiguetas da panícula estavam na antese, ou seja, apresentavam emergência das anteras através de uma abertura entre a lema e a pálea, o que corresponde ao início do período de desenvolvimento e maturação das sementes (STANSEL, 1975) e ao estágio R4 da escala de desenvolvimento morfológico da planta (FIGURA 3), proposto por COUNCE et al. (2000). A antese das panículas, teve início no dia sete de fevereiro, para a cultivar BRS Atalanta e 23 do mesmo mês, para cultivar BRS Pelota.



**FIGURA 2.** Marcação das panículas com fios de lã no momento da antese.

Estádio	R4	R5	R6
Identificador morfológico	Uma ou mais espiguetas na panícula do colmo principal atingiu a antese	Pelo menos uma cariopse da panícula do colmo principal está alongando até a extremidade da casca	Pelo menos uma cariopse da panícula do colmo principal alongou-se até a extremidade da casca
Ilustração			

**FIGURA 3.** Estágios da escala de desenvolvimento morfológico da planta de arroz, proposto por Counce et al. (2000).

Após a marcação, foram colhidas amostras de 30 panículas por data de colheita (FIGURA 4), sendo que para a cultivar BRS Atalanta foram realizadas quinze e para a cultivar BRS Pelota foram realizadas treze colheitas.



**FIGURA 4.** Amostra de 30 panículas colhidas por data de colheita.

A partir do oitavo dia e décimo dias após a marcação das panículas da BRS Pelota e BRS Atalanta, respectivamente, iniciou-se o processo de colheita. Assim, as panículas foram colhidas em intervalos de quatro dias sempre no mesmo horário, e divididas em três partes distintas: apical (terço superior), média (meio) e basal (terço inferior) (FIGURA 5), totalizando 45 amostras para BRS Atalanta e 39 para BRS Pelota.



**FIGURA 5.** Divisão das 30 panículas em três partes distintas.

ADAMS & RINNE (1981) afirmam que, quando as sementes que ainda não atingiram a maturidade fisiológica, são colocadas para germinar logo após a colheita, de maneira geral, apresentam menor percentagem de germinação se comparadas aquelas cujos testes são realizados após um período de armazenamento. Devido a isso, e a vários estudos, como os de BUENAVENTURA (1956); VIEIRA (1975); LAGO et al. (1977) e TELLA et al. (1977) onde relatam que porcentagens elevadas de dormência imediatamente após a colheita são comuns em variedades comerciais de arroz, e que, no entanto, após um ou dois meses de armazenamento, a dormência cai a níveis irrelevantes ou nulos. Assim, as sementes foram armazenadas por um período de quatro meses em uma câmara de armazenamento a uma temperatura constante de 10° C para superar naturalmente a dormência.

As sementes foram armazenadas ainda na panícula, com exceção daquelas destinadas ao teste de determinação do Teor de Água, pois de acordo com ADAMS & RINNE (1980) as sementes devem permanecer ligadas a inflorescência após cada colheita, já que a secagem rápida após a debulha

acentua a desestruturação do sistema de membranas celulares e reduz a ação de mecanismos de proteção a dessecação, caracterizando a “maturação forçada” e acarretando sérios problemas a germinação e ao vigor de sementes.

Para avaliar a qualidade fisiológica das sementes foram realizadas as seguintes avaliações: Teste de Germinação; Primeira Contagem de Germinação; Índice de Velocidade de Emergência (IVE); Matéria Seca de Sementes; Envelhecimento Acelerado; além da determinação do Teor de Água.

### **Teor de água**

A determinação do teor de água das sementes foi realizada no Laboratório Didático de Sementes da Universidade Federal de Pelotas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992) pelo método de estufa, a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ , durante 24 horas, utilizando-se duas repetições de 4 gramas para cada amostra e tiveram sua massa determinada em balança com precisão de 0,001g (FIGURA 6). A determinação do teor de água ocorreu imediatamente à colheita e divisão da panícula, tendo os resultados expressos em percentagem.



**FIGURA 6.** Determinação da massa das amostras em balança de precisão.

### **Teste de Germinação e Primeira Contagem de Germinação**

A germinação é um dos parâmetros da qualidade fisiológica da semente. O teste de germinação visa determinar o potencial máximo de germinação do lote de sementes, cujo valor poderá ser usado para comparar a qualidade de diferentes lotes e estimar o valor de semeadura no campo (ISTA, 1993).

O teste de germinação foi conduzido de maneira modificada às Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), devido a pouca quantidade de sementes disponíveis para cada teste. Neste sentido, utilizou-se quatro repetições de 50 sementes para cada amostra, em germinador (FIGURA 7) regulado a 25°C, durante todo o período do teste. O volume de água destilada, para a embebição



do papel germitest, foi o equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. As contagens foram realizadas aos 7 e 14 dias, após a semeadura.



**Figura 7.** Amostras semeadas em rolos de papel germitest e colocadas em germinador a 25 °C.

O teste de primeira contagem de germinação foi realizado juntamente com o teste de germinação e constou do registro da percentagem de plântulas normais, verificadas no sétimo dia após a instalação do teste. Foram retiradas as plântulas normais e as sementes mortas ou infectadas que pudessem servir de contaminação às demais.

No décimo quarto dia foi realizada a contagem final, computando-se o total de plântulas normais e somando esse valor com os resultados obtidos no teste de primeira contagem obteve-se o percentual total de germinação. O teste de primeira contagem foi utilizado como um teste de vigor, e os dados médios de cada amostra, de ambos os testes expressos em percentagem.

## Envelhecimento Acelerado

O envelhecimento acelerado é um teste comumente empregado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes, em geral, para estimar a longevidade durante o armazenamento e a emergência no campo (DELOUCHE & BASKIN, 1973; AOSA, 1983).

O teste de envelhecimento acelerado foi realizado utilizando-se 250 sementes por amostra. As sementes foram colocadas sobre uma peneira adaptada dentro de uma caixa tipo Gerbox, tendo, ao fundo, 40 mL de água cuja superfície ficou afastada da camada de semente. O conjunto foi tampado e mantido dentro de câmara (BOD) com 100% de umidade relativa e a 42°C, por 120 horas (DELOUCHE & BASKIN, 1973; MARCOS FILHO et al., 1987; USBERTI, 1990).



**FIGURA 8.** Amostras sendo semeadas manualmente em rolos de papel germitest.

Após esse período, as sementes foram colocadas para germinar (FIGURA 8), de acordo com as recomendações do teste padrão de germinação. A interpretação do teste foi efetuada aos sete dias após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais por amostra e obtendo-se dados médios sobre cada amostra, expressos em porcentagem.

### **Índice de Velocidade de Emergência (IVE)**

Para o índice de velocidade de emergência de plântulas foram utilizadas duas repetições de 20 sementes para cada amostra. Cada unidade experimental constou de fileiras de 1,0 m de comprimento, espaçadas de 0,25 m entre si (FIGURA 9). A semeadura foi realizada a uma profundidade média de 2 cm, e a umidade do solo mantida por irrigações freqüentes (BANZATTO & KRONKA, 1992).



**FIGURA 9.** Semeadura e emergência de plântulas em casa de vegetação.

Após a instalação, foram realizadas contagens diárias de plântulas normais, a partir do dia em que a primeira plântula emergiu, até o momento em que houve a estabilização da emergência das plântulas. O índice foi calculado através da fórmula proposta por NAKAGAWA (1994), descrito por POPINIGIS (1985), sendo determinado pela divisão do número de plântulas emergidas pelo número de dias transcorridos da data de semeadura. O total desses valores somados é considerado o índice de velocidade de emergência.

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n}, \text{ sendo:}$$

IVE = índice de velocidade de emergência

$E_1, E_2, E_n$  = número de plântulas emergidas na primeira, segunda e última contagem

$N_1, N_2, N_n$  = número de dias de semeadura.

### **Matéria Seca de Sementes**

Para a determinação da massa de matéria seca de sementes foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes para cada amostra. As sementes foram colocadas em estufa termoelétrica de circulação forçada a 105° C durante 24 horas (FIGURA 10), após esse período, as amostras foram colocadas para esfriar em dessecador e tiveram sua massa determinada em balança com precisão de 0,001g. Os resultados foram expressos em miligramas/ 50 sementes.



**FIGURA 10.** Determinação da matéria seca de sementes em estufa termoelétrica de circulação forçada a 105° C.

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, com treze e quinze tratamentos (épocas de coleta) para as cultivares BRS Pelota e BRS Atalanta, respectivamente. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e foi utilizado regressão polinomial em função das épocas de colheita para as duas cultivares, onde foram testados os modelos linear, quadrático e cúbico, sendo selecionado para explicar os resultados, o modelo significativo de maior ordem, que promovesse estimativas de possíveis ocorrências. As análises estatísticas foram efetuadas utilizando-se o programa estatístico Winstat.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os valores de F revelaram-se altamente significativos ( $P < 0,05$ ) e todas as variáveis ajustaram-se ao modelo de regressão quadrática.

A análise da variação revelou significância para efeito de diferentes épocas de colheita sobre as variáveis: teor de água das sementes, primeira contagem de germinação, germinação, envelhecimento acelerado, matéria seca de sementes e índice de velocidade de emergência nas duas cultivares estudadas.

As duas cultivares comportaram-se de forma praticamente semelhante para todas as variáveis estudadas, provavelmente devido à origem genética comum.

Os resultados obtidos neste trabalho, em relação ao processo de maturação e ponto de maturidade das sementes no campo, são destinados exclusivamente ao local e as cultivares estudadas.

##### **TEOR DE ÁGUA**

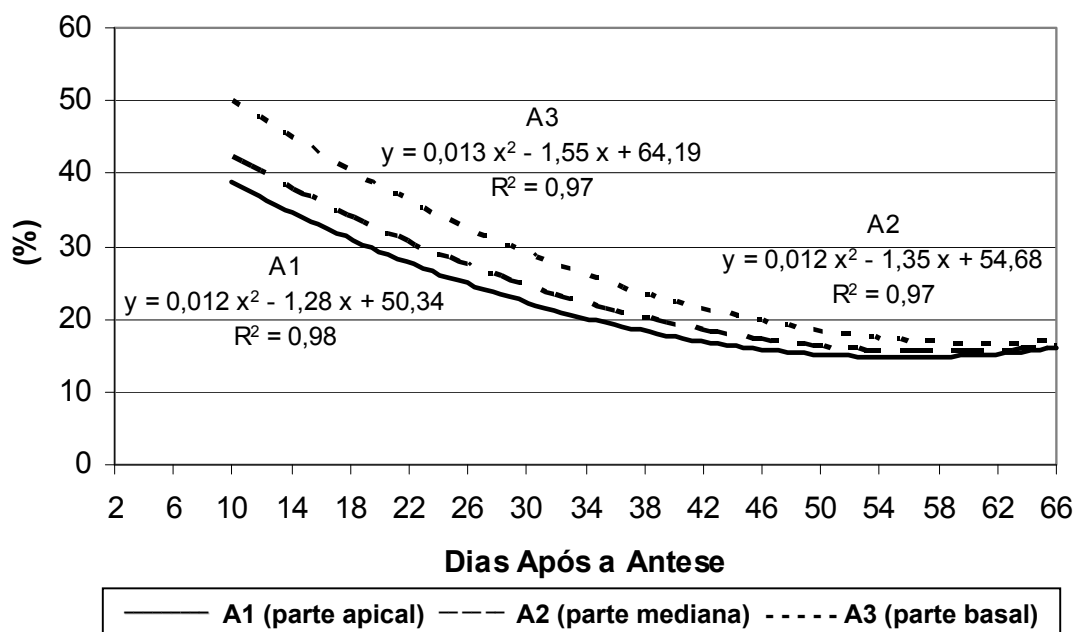
O teor de água diminuiu continua e progressivamente à medida que a semente se desenvolveu. Tais decréscimos se tornaram evidentes a partir da primeira colheita, 10 e 8 d.a.a., respectivamente para BRS Atalanta e BRS Pelota, até apresentarem valores mais estáveis e baixos nas últimas datas de colheitas.

As FIGURAS 11 e 12 revelam a evolução dos teores de água das sementes em função do número de dias após a antese. A FIGURA 11 representa os dados médios de teor de água das sementes da cultivar BRS Atalanta. No primeiro dia de amostragem (10 d.a.a.) o teor de água das sementes era cerca de 52,2 % na parte basal da panícula, e em torno de 40,1 % na parte apical da panícula, apresentando uma diferença de 12,1 pontos percentuais (p.p.) dentro da panícula. Já, na última data de coleta (66 d.a.a.), o teor de água das sementes, em todas as partes da panícula, encontrava-se em equilíbrio higroscópico com a umidade relativa do ar, com dados médios de água de 14,5 %, e um gradiente de teor de água na panícula de apenas 0,1 p.p..

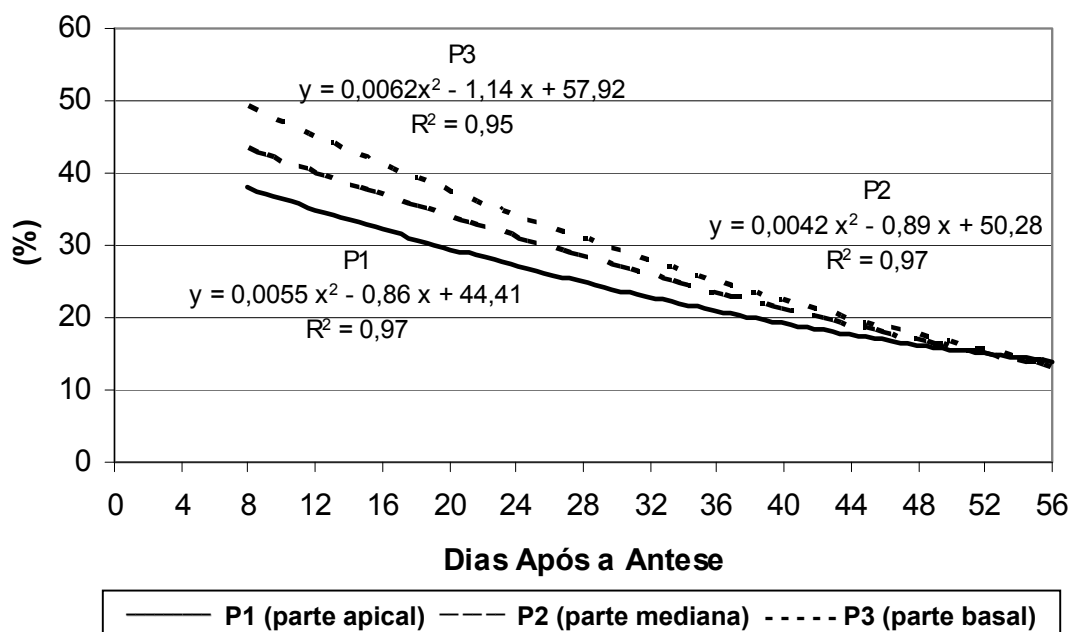
Como mostra a FIGURA 11, o teor de água das sementes da BRS Atalanta continuou diminuindo gradativamente até o 46° d.a.a. para as partes apical e mediana da panícula, aonde estas mantiveram valores muito próximos, entrando em equilíbrio com a parte basal apenas no 62° d.a.a., mantendo por volta de 14,5 % de teor de água em todas as porções da panícula.

A FIGURA 12 indica os teores médios de água das sementes da cultivar BRS Pelota. No primeiro dia de coleta (8 d.a.a.) as sementes estavam com 52,5 e 39,8 % de teor de água, respectivamente, nas partes basal e apical da panícula, revelando um gradiente na panícula de 12,7 p.p.. Por outro lado, durante a última data de coleta (56 d.a.a.), devido ao equilíbrio com a umidade do ar, as sementes apresentaram valores médios de teor de água de 14,5 % e variação entre as partes da panícula de 0,2 p.p.. Também, na FIGURA 12 pode-se perceber a diminuição contínua do teor de água das sementes da cultivar BRS Pelota entre o 44° e o 48° d.a.a. para todas as partes da panícula, aonde estas mantiveram

valores muito próximos, entrando em equilíbrio com o ambiente, mantendo por volta de 14,5 % de água em toda a panícula.



**FIGURA 11.** Teor de água de sementes de arroz em cada terço da panícula, cultivar BRS Atalanta, safra 2006/2007. Pelotas, RS.



**FIGURA 12.** Teor de água de sementes de arroz em cada terço da panícula, cultivar BRS Pelota, safra 2006/2007. Pelotas, RS.



Para as duas cultivares, verificou-se máximo teor de água nas sementes, aproximadamente 50%, na primeira colheita, o qual reduziu para 14,5 % na última colheita. Nas FIGURAS 11 e 12 pode-se observar, ainda, que o teor de água das sementes decresceu progressivamente, à medida que aumentou o número de dias após a antese e o desenvolvimento das sementes, a partir da primeira colheita, nas três porções da panícula, nas duas cultivares. Na primeira colheita, as sementes da parte basal apresentaram maior teor de água diferindo da parte mediana, e esta, da parte apical. Este gradiente no teor de água diminuiu nas colheitas subseqüentes, sendo que, na última, as sementes não apresentaram mais diferenças significativas no teor de água.

O alto teor de água inicial, verificado nas sementes das primeiras colheitas e seu posterior decréscimo, está relacionado com a importância da água nos processos de enchimento e maturação. Segundo CARVALHO & NAKAGAWA (1988), para que os produtos fotossintetizados nas folhas sejam depositados na semente em formação, sendo utilizados como material de construção e posteriormente como de reserva, é necessário que esta mantenha elevado teor de água, o que ocorre até o peso da matéria seca atingir seu valor máximo, quando então inicia-se uma rápida desidratação.

As pequenas variações no teor de água verificadas entre as duas cultivares, provavelmente, estejam associadas às diferenças de ciclo entre os mesmos, que fez com que os períodos de colheita ocorressem em épocas de desenvolvimento diferente para cada cultivar. Nas duas cultivares, o teor de água na semente decresceu de forma quadrática com o avanço da época de colheita,

comportamento já descrito por vários autores (SILVA, VIEIRA & SEDIYAMA, 1975 e CRUZ, 1992).

Deve-se ressaltar que os resultados deste trabalho, corroboram os trabalhos de DAYNARD (1972), HUNTER et al. (1991), BORBA et al. (1994) e FESSEL et al. (2001), os quais argumentaram que, embora seja amplamente utilizada, o teor de água das sementes não é um bom indicador de maturidade fisiológica, por ser influenciada pelas condições ambientais e genéticas. Tais dados também são similares aos obtidos por GONÇALO & MACIEL (1975), em estudos sobre a maturação fisiológica da cultivar de arroz 'EEA-404'.

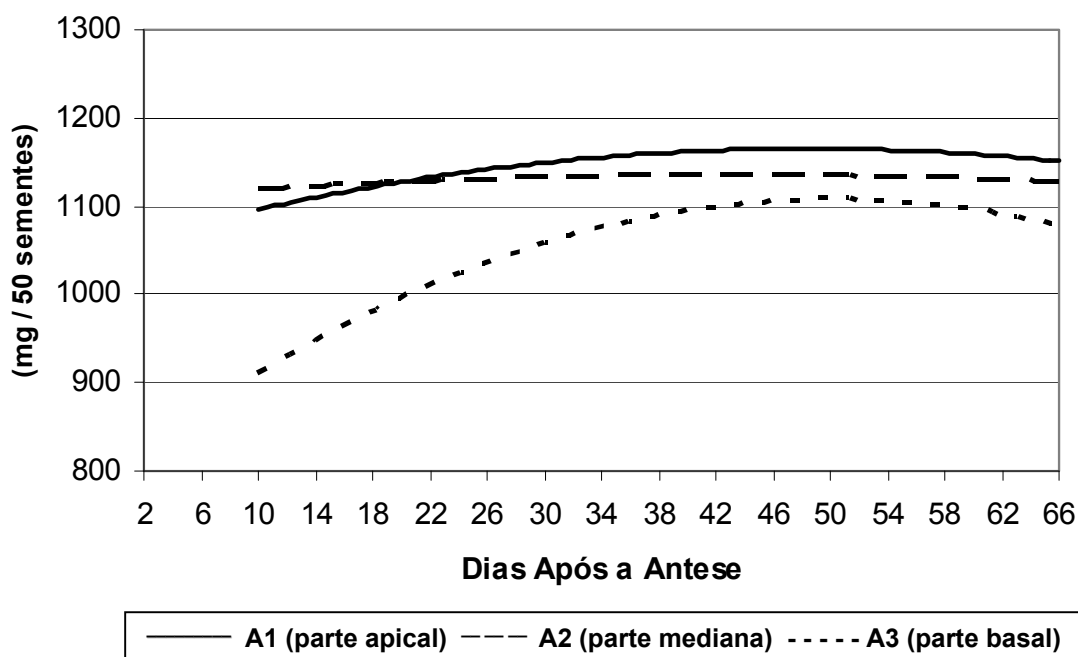
De acordo com pesquisas realizadas no estado do RS, que afirmam que as sementes de arroz devem ser colhida com teores de água variando entre 20-24 %, pode-se verificar que as sementes das cultivares BRS Atalanta e BRS Pelota já podem ser colhidas a partir do 30° e 36° d.a.a., respectivamente.

## **MATÉRIA SECA**

Na realidade, o que se denomina "matéria seca" da semente são as proteínas, açúcares, lipídios e outras substâncias que são acumuladas nas sementes durante o seu desenvolvimento. Paralelamente, os produtos formados nas folhas, pela fotossíntese, são encaminhados para a semente em formação, onde são transformados e aproveitados para a formação de novas células, tecidos e como futuro material de reserva.

A matéria seca teve comportamento inversamente proporcional ao teor de água das sementes, ou seja, apresentou correlação negativa. Verificou-se,

também, um aumento gradual na matéria seca à medida que as sementes em desenvolvimento se desidrataram. Pela curva ajustada a partir da equação de regressão polinomial, a matéria seca de sementes atingiu valor máximo aos 38 d.a.a. para BRS Atalanta (FIGURA 13), e aos 40 d.a.a. para BRS Pelota (FIGURA 14). Segundo CARVALHO & NAKAGAWA (2000), quando atinge o máximo de peso de matéria seca, a semente alcança o ponto de maturidade fisiológica, apresentando o máximo de sua potencialidade e, conseqüentemente, uma deterioração mínima. Após, ocorre uma diminuição desses valores, pois as reservas acumuladas começaram a ser degradadas.

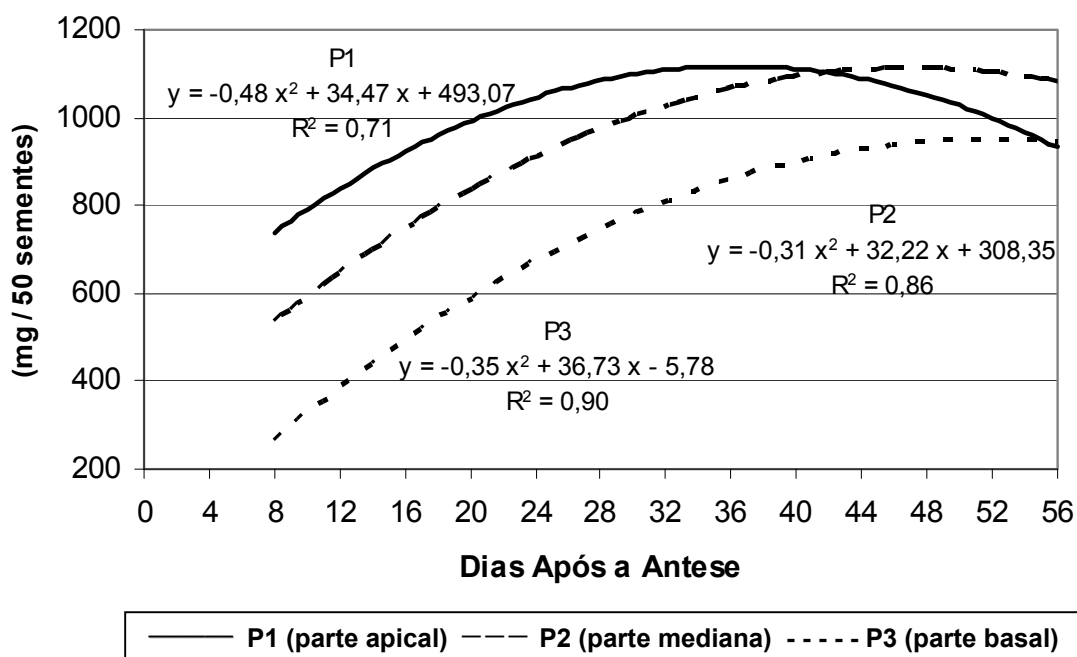


**FIGURA 13.** Matéria seca de sementes de arroz em cada terço da panícula, cultivar BRS Atalanta, safra 2006/2007. Pelotas, RS.

O peso de matéria seca das sementes da cultivar BRS Atalanta não apresentou variações significativas nas partes apical e mediana da panícula em relação ao seu desenvolvimento medido pelos dias após a antese, ou seja, o valor

observado na primeira época de colheita (10 d.a.a.) não diferiu significativamente do valor encontrado na última colheita (66 d.a.a.). Contudo, a parte basal da panícula aos 10 d.a.a. apresentou apenas 826 mg / 50 sementes e demonstrou um acréscimo significativo até o 42º d.a.a. (1183 mg / 50 sementes). Após comportou-se de maneira estável (FIGURA 13).

Conforme demonstra a FIGURA 13, a parte apical da panícula apresentou valor máximo aos 46 d.a.a. (1234 mg / 50 sementes), a parte mediana aos 38 d.a.a. (1221 mg / 50 sementes), e a parte basal aos 38 d.a.a. (1183 mg / 50 sementes).



**FIGURA 14.** Matéria seca de sementes de arroz em cada terço da panícula, cultivar BRS Pelota, safra 2006/2007. Pelotas, RS.

A cultivar BRS Pelota apresentou valores muito baixos em toda a panícula a partir da primeira colheita (8 d.a.a.) e aumentou progressivamente nas três porções da panícula, até atingir o máximo aos 36 (1128 mg / 50 sementes), 40

(1135 mg / 50 sementes) e 40 d.a.a. (1057 mg / 50 sementes), respectivamente para as partes apical, mediana e basal. Após atingir o valor máximo, a matéria seca das sementes começou a decrescer, como demonstrado na FIGURA 14.

Resultados semelhantes foram obtidos por ZANINI (1982), em Piracicaba-SP, que observou máximo peso de matéria seca nas sementes de sorgo sacarino, cultivar BR-501, aos 45 dias após o florescimento. Porém, aos 61 dias após o florescimento, ocorreu uma diminuição do peso seco, nas porções apical, média e basal, que diferiu estatisticamente das outras. Esse comportamento do peso seco das sementes de sorgo foi observado, também, por outros pesquisadores, como KERSTING (1961), NAGAI (1973), ZANINI (1982), SALES (1978) e VIANNA (1982).

Essa tendência ao decréscimo na massa seca das sementes, provavelmente, é decorrente de perdas ocasionados pela intensa respiração das mesmas. CARVALHO & NAKAGAWA (2000) citam que a massa da matéria seca é mantida por alguns dias, podendo, com o passar do tempo, haver um pequeno decréscimo, como resultado de perdas pela respiração da semente.

## **GERMINAÇÃO**

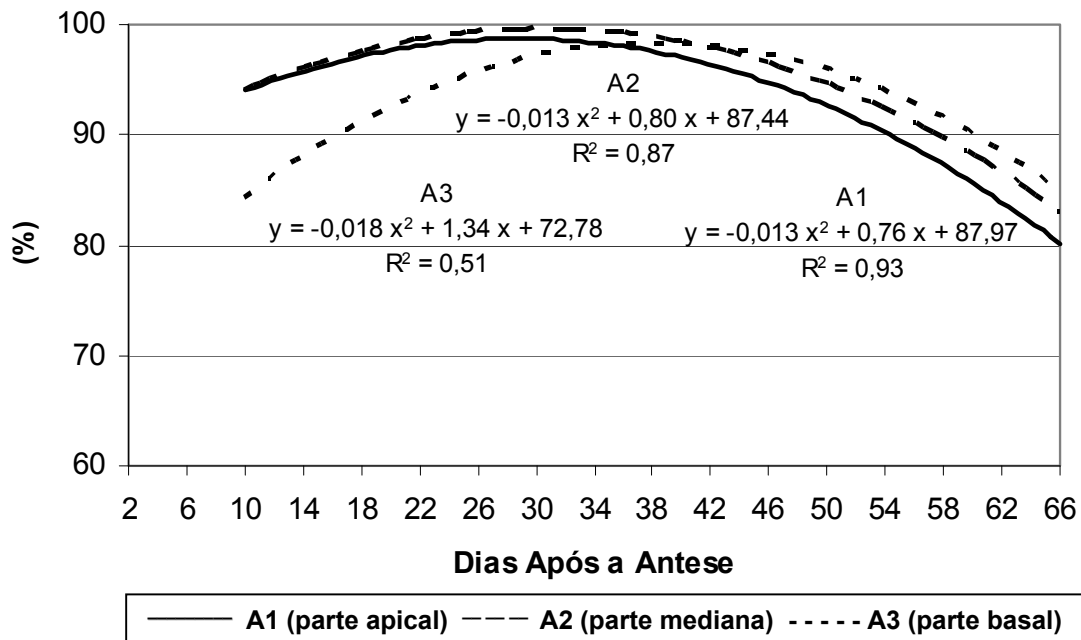
Os dados referentes à germinação ajustaram-se ao modelo quadrático, com a máxima porcentagem de germinação ocorrendo aos 38 d.a.a para BRS Atalanta (FIGURA 15) e 40 d.a.a. para cultivar BRS Pelota (FIGURA 16). Referindo-se aos dados da primeira contagem de germinação, os dados também se ajustaram ao

modelo quadrático, onde para BRS Atalanta a primeira contagem foi máxima aos 38 d.a.a (FIGURA 17), e para BRS Pelota aos 36 d.a.a. (FIGURA 18).

Tanto os valores da primeira contagem quanto os da germinação, apresentaram a mesma tendência de aumentarem com o desenvolvimento das sementes até o ponto máximo, após esse ponto a tendência foi contrária, ou seja, após atingir o ponto máximo houve uma queda nos valores de germinação.

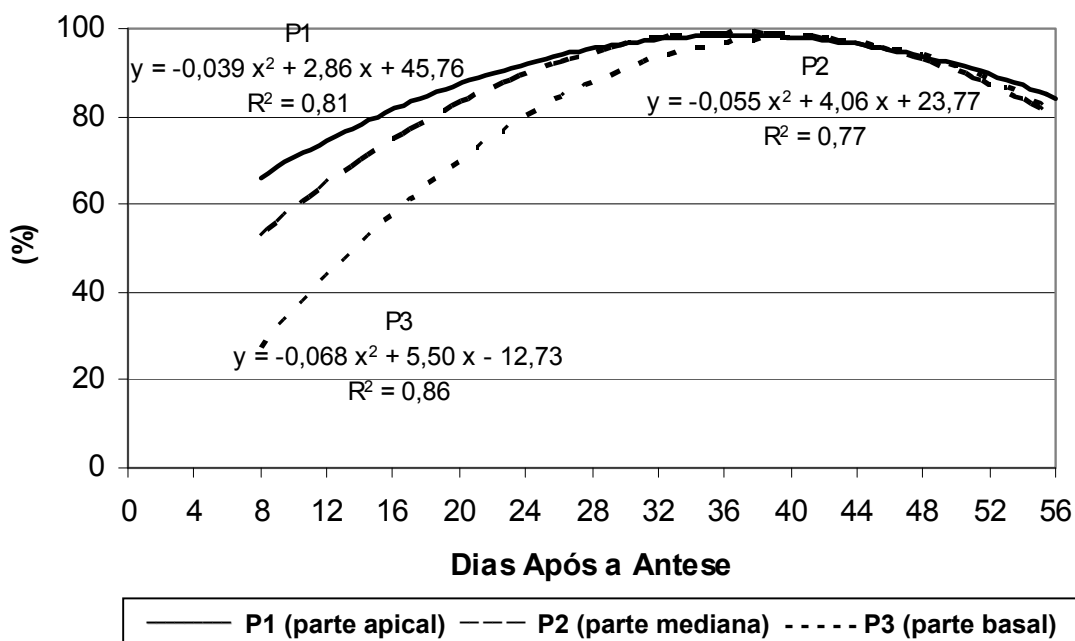
Os valores apresentados nas FIGURAS 15 e 17, para teste de germinação e primeira contagem de germinação, mostram que as partes apical e mediana da panícula da cultivar BRS Atalanta apresentaram valores abaixo dos da parte basal da panícula. Por outro lado, analisando os dados de germinação e primeira contagem de germinação da cultivar BRS Pelota, FIGURAS 16 e 18, pode-se, também, perceber diferenças nos valores, porém essa diferença ocorre entre todas as partes da panícula. O potencial de germinação foi maior para a parte apical, seguido da parte mediana e por último da parte basal, concordando com NEDEL (1998) e CASTRO (1999), que afirmam que a formação da panícula de arroz ocorre do ápice para a base.

A cultivar BRS Atalanta, desde a primeira colheita (10 d.a.a.), apresentou valores acima de 90 % de germinação para as partes apical e mediana da panícula. A parte basal apresentou valor bem inferior (73 %), significando que ainda não estava pronta para a colheita, tal fato foi superado na terceira colheita (18 d.a.a.) onde a parte basal apresentou 95 % de germinação.



**FIGURA 15.** Germinação de sementes de arroz em cada terço da panícula, cultivar BRS Atalanta, safra 2006/2007. Pelotas, RS.

De acordo com a FIGURA 15, com o desenvolvimento das sementes, as três partes da panícula mantiveram-se com altos índices de germinação, variando entre 95 e 99 %. A partir do 46º d.a.a. ocorreram decréscimos na porcentagem de germinação das sementes. Esse decréscimo ocorreu de forma contínua e gradual até a última colheita realizada 66 d.a.a., onde as partes apical, mediana e basal, apresentavam, respectivamente, 76, 79 e 87 % de germinação. Em média, as sementes atingiram os maiores índices de germinação entre 26 e 34 d.a.a..

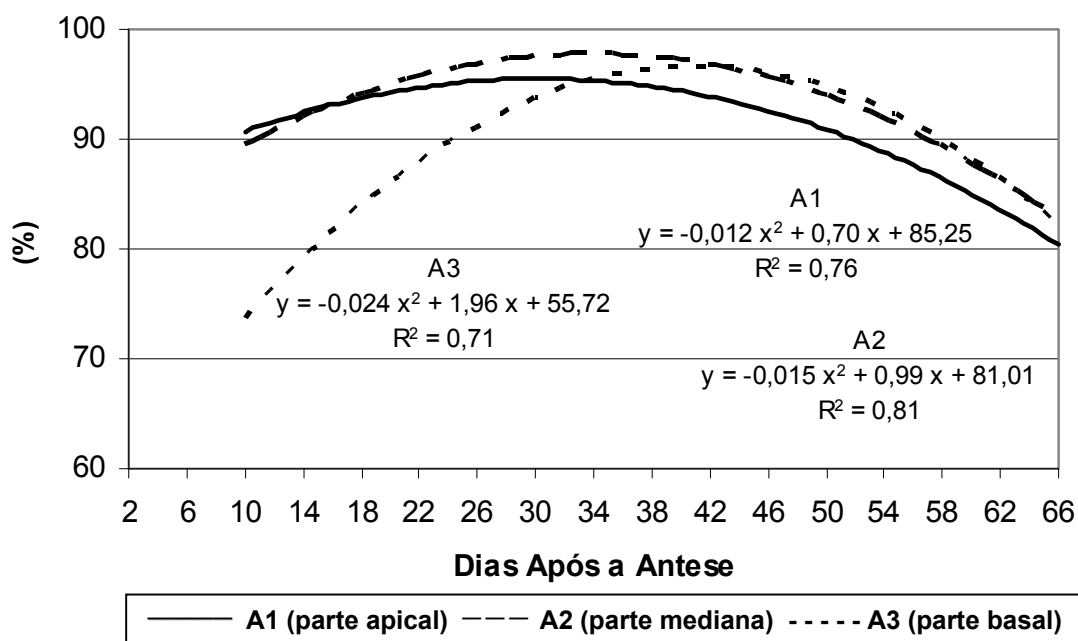


**FIGURA 16.** Germinação de sementes de arroz em cada terço da panícula, cultivar BRS Pelota, safra 2006/2007. Pelotas, RS.

A germinação das sementes em função do tempo de colheita para a cultivar BRS Pelota encontra-se na FIGURA 16, demonstrando valores diferentes dos apresentados pela BRS Atalanta no que se refere as primeiras datas de colheitas. Pode-se perceber valores muito baixos na primeira colheita (8 d.a.a.), 19, 35 e 60 % de germinação respectivamente para as partes basal, mediana e apical. Contudo, a partir da primeira colheita ocorreu um aumento significativo na germinação das sementes, culminando com a obtenção do máximo percentual de germinação aos 36, 44 e 48 d.a.a. para parte apical, mediana e basal, respectivamente. Em média, os maiores índices de germinação das três partes da panícula foram encontrados aos 36 d.a.a.

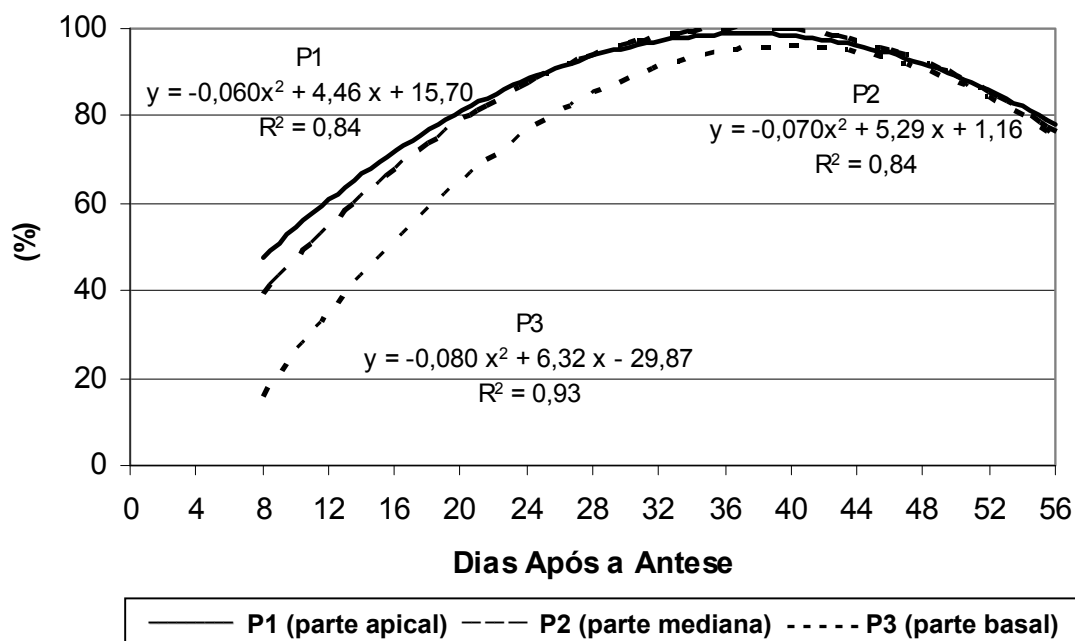


Porém, a partir do 48º d.a.a, ocorreu um decréscimo nesses valores até a última data de colheita, realizada aos 56 d.a.a., onde as partes apical, mediana e basal, apresentavam, respectivamente, 88, 86 e 88 % de germinação.



**FIGURA 17.** Primeira contagem de germinação de sementes de arroz em cada terço da panícula, cultivar BRS Atalanta, safra 2006/2007. Pelotas, RS.

As FIGURAS 17 e 18 demonstram valores do teste de primeira contagem de germinação de sementes das cultivares BRS Atalanta e BRS Pelota, respectivamente. A discussão dos dados deste teste segue os mesmos parâmetros da discussão do teste de germinação, porém, com valores mais baixos devido a este ser um teste de vigor e realizado em menor tempo do que o teste de germinação.



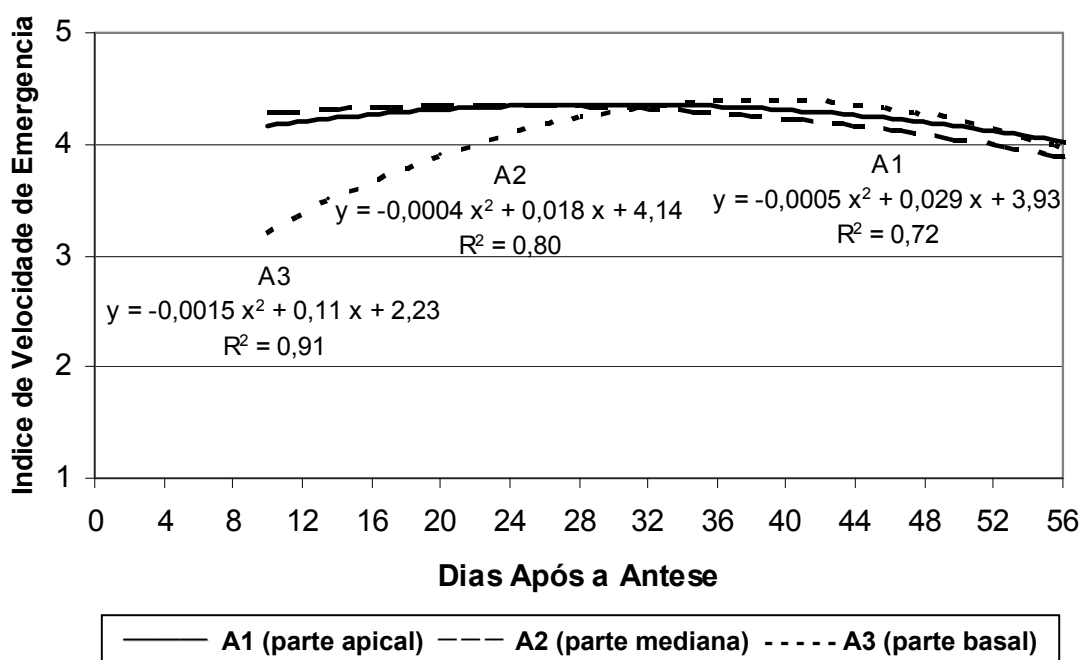
**FIGURA 18.** Primeira contagem de germinação de sementes de arroz em cada terço da panícula, cultivar BRS Pelota, safra 2006/2007. Pelotas, RS.

Os dados apresentados neste trabalho mostram que, na maioria das épocas de colheita, a percentagem de germinação das sementes diminui no sentido do ápice para a base da panícula. O comportamento do poder germinativo foi semelhante ao obtido com o peso seco das sementes, indicando que a germinação está diretamente relacionada com o acúmulo de matéria seca.

### ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA - IVE

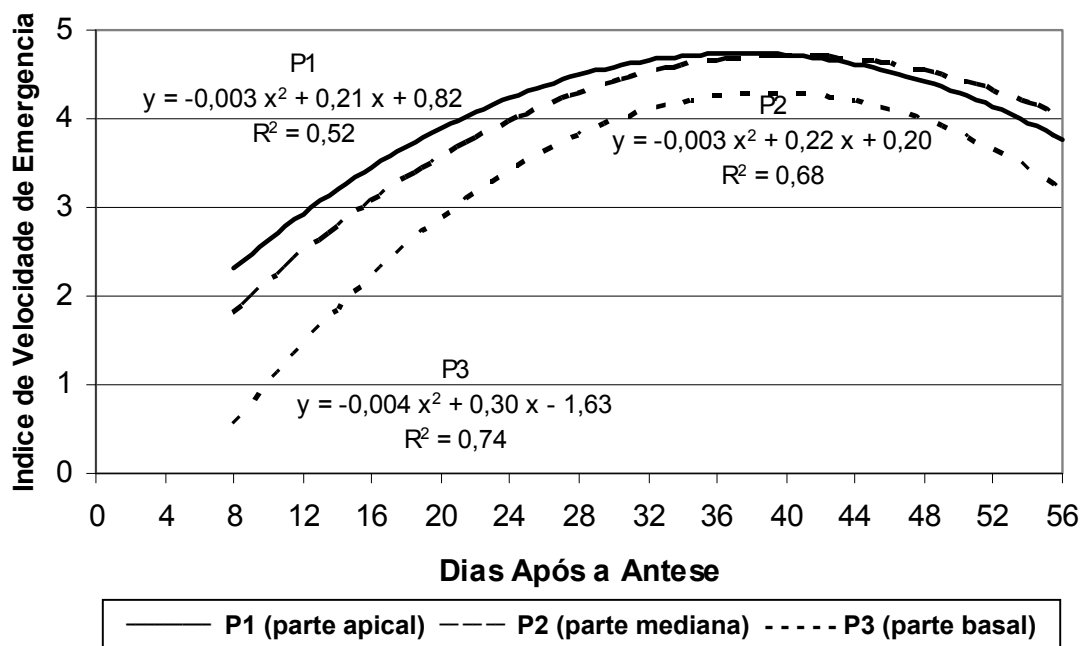
A velocidade de emergência das sementes aumentou a medida que ocorreu o desenvolvimento das sementes. Os valores obtidos para o índice de velocidade de emergência foram crescentes, mantendo-se nos patamares mais altos por algum período de tempo. Após, ocorreram decréscimos nesses valores.

Para a cultivar BRS Atalanta, o índice de velocidade de emergência passou de 4,23, 4,11 e 3,26, na primeira colheita, para 3,82, 3,50 e 3,0 na última colheita, respectivamente para as partes apical, mediana e basal da panícula (FIGURA 19), tendo atingido o máximo aos 38 d.a.a. (4,52) para a parte apical, 34 d.a.a. (4,48) para a parte mediana e 34 d.a.a. (4,55) para a parte basal. As partes apical e mediana apresentaram valores muito próximos desde as primeiras colheitas, somente encontrando a curva da parte basal aos 32 d.a.a. (7<sup>o</sup> colheita). Em média, as sementes atingiram os maiores índices de velocidade de emergência aos 30 d.a.a..



**FIGURA 19.** Índice de Velocidade de Emergência de sementes de arroz em cada terço da panícula, cultivar BRS Atalanta, safra 2006/2007. Pelotas, RS.

Nas sementes da cultivar BRS Pelota, o índice de velocidade de emergência atingiu o máximo valor aos 36 d.a.a. (5,39) para a parte apical, 40 d.a.a. (4,60) para a parte mediana e 32 d.a.a. (4,63) para a parte basal (FIGURA 20).



**FIGURA 20.** Índice de Velocidade de Emergência de sementes de arroz em cada terço da panícula, cultivar BRS Pelota, safra 2006/2007. Pelotas, RS.

## ENVELHECIMENTO ACELERADO

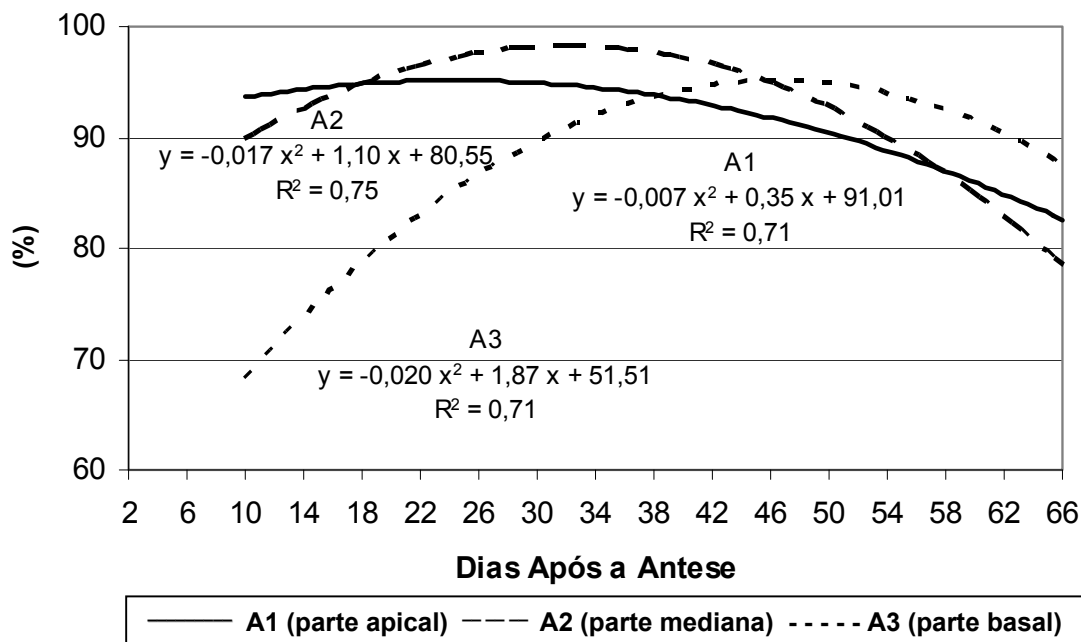
O teste de envelhecimento acelerado é uma importante ferramenta para avaliar o vigor de sementes, pois sementes com baixo vigor apresentam maior queda de sua viabilidade quando submetidas a condições de alta temperatura e umidade, enquanto que sementes mais vigorosas, geralmente, retêm sua capacidade de produzir plântulas normais e apresentam germinação mais elevada após serem submetidas ao envelhecimento (VIEIRA & CARVALHO, 1994).

O vigor das sementes, para ambas cultivares, avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado, mostrou comportamento semelhante ao dos testes de germinação e de primeira contagem de germinação. Verifica-se pelo teste de envelhecimento acelerado, que os menores valores de germinação foram obtidos durante a primeira colheita.

O efeito do retardamento da colheita sobre o resultado do teste de envelhecimento acelerado ajustou-se ao modelo de regressão quadrática (FIGURAS 21 e 22). De acordo com AHRENS & PESKE (1994), o vigor das sementes declina à medida que a colheita é retardada.

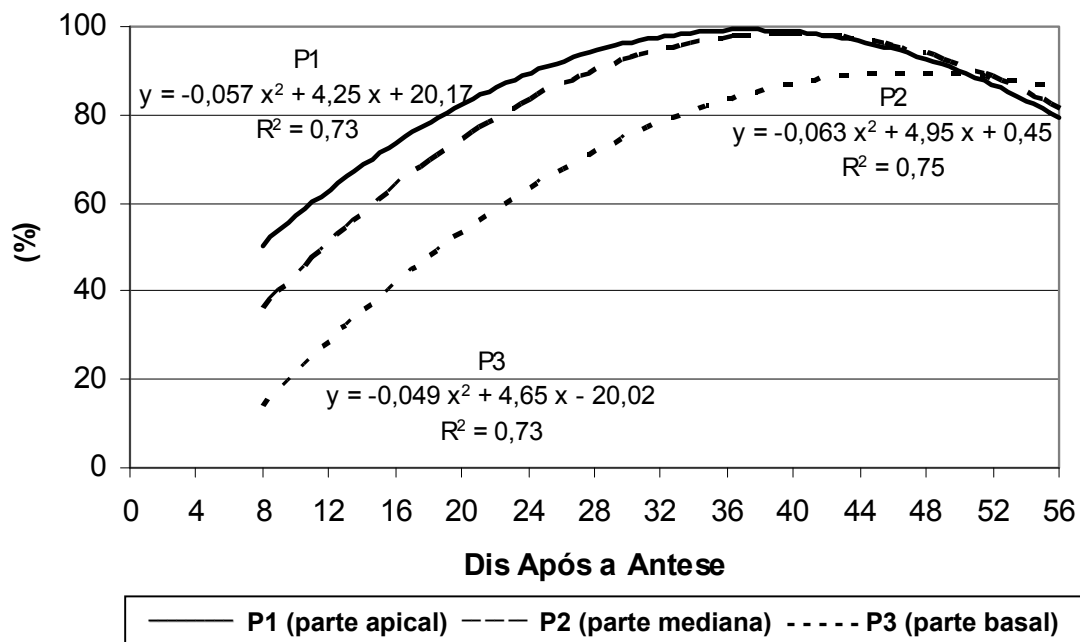
Como demonstra a FIGURA 21, a BRS Atalanta apresentou curvas distintas entre as três partes da panícula para o teste de envelhecimento acelerado. A parte apical, desde a primeira colheita, apresentou alto índice de vigor (96 %), teve seu máximo aos 30 d.a.a. (99 %) e começou a decrescer aos 34 d.a.a. (92 %), atingindo 80 % na última colheita (66 d.a.a.).

As partes mediana e basal da panícula tiveram no momento da primeira colheita (10 d.a.a.) 94 e 60 %, respectivamente. Em ambas as curvas ocorreu um aumento, porém mais significativo na parte basal, chegando a atingir 97 % aos 42 dias após a antese. A partir daí ocorreu um decréscimo, que teve início aos 46 d.a.a., com 90 %, valor que praticamente se manteve estável até a última colheita com 89 %. A parte mediana teve seu máximo entre 38 e 50 d.a.a., com 98 %. Aos 54 d.a.a., o valor diminuiu para 85 % e manteve a queda até a última colheita (56 d.a.a.), chegando a 77 %.



**FIGURA 21.** Teste de envelhecimento acelerado de sementes de arroz em cada terço da panícula, cultivar BRS Atalanta, safra 2006/2007. Pelotas, RS.

Na FIGURA 22, percebe-se que as três partes da panícula da cultivar BRS Pelota, comportaram-se de maneira quase idênticas, diferindo apenas em valores. Durante a primeira colheita (8 d.a.a.) obteve-se 28, 11 e 6 % respectivamente, para parte apical, mediana e basal. O valor máximo foi atingido aos 44 d.a.a. (94 %) para o ápice, 36 d.a.a. (94 %) para o meio e 44 d.a.a. (93 %) para a base da panícula. A partir daí ocorreu um decréscimo em todos os valores, tendo chegado, quando da última colheita (56 d.a.a.) a 85 % para a parte apical, 90 % para a parte mediana e 84 % para a parte basal da panícula.



**FIGURA 22.** Teste de envelhecimento acelerado de sementes de arroz em cada terço da panícula, cultivar BRS Pelota, safra 2006/2007. Pelotas, RS.

Essas quedas no percentual de vigor, provavelmente, são devido à deterioração da semente ocorrida no campo, em decorrência do atraso na colheita. Os resultados são semelhantes aos obtidos por DAVID et al. (2002), em milho pipoca e FESSEL et al. (2001), em milho comum.

## DISCUSSÃO GERAL

Os resultados da qualidade fisiológica das sementes de arroz, apresentados neste estudo, em função dos dias que permaneceram no campo aguardando a colheita, são de certa forma similares aos encontrados na literatura.

Muitos pesquisadores, dentre os quais GUNN & CHRISTENSEN (1965), AUSTIN (1972), CROOKSTON & HILL (1978), consideraram que as sementes

atingem a maturidade fisiológica a partir do momento em que não há acréscimos significativos no peso da matéria seca. Dados obtidos neste trabalho evidenciam que, o acúmulo de matéria seca foi um bom parâmetro para se determinar o ponto de maturação fisiológica de sementes de arroz. Vale lembrar que o máximo acúmulo de matéria seca ocorre no momento em que a translocação de fotossintetizados é balanceada pela respiração e a partir daí, o peso de matéria seca pode diminuir, em razão do consumo causado pelo processo respiratório.

Outro parâmetro que pode ser utilizado é o teor de água das sementes, pois à medida que a semente se desenvolve, ocorre uma redução no teor de água das sementes, esta redução é acompanhada de um aumento expressivo na germinação das sementes. É possível que essa perda de água tenha algum papel no desenvolvimento da capacidade germinativa.

Logicamente, não se pode utilizar apenas um parâmetro isoladamente para caracterizar o ponto de maturidade fisiológica das sementes. Dessa forma, acredita-se que, para a caracterização precisa do momento em que as sementes se desligam fisiologicamente da planta-mãe, deve-se levar em conta tanto o peso da matéria como o poder germinativo e o vigor das sementes, bem como, as condições climáticas de cada local de cultivo e as características genéticas e fisiológicas de cada cultivar.

O presente trabalho apresentou teores de água inferiores a 25 % no ponto de maturidade fisiológica, tais valores se mostraram pouco diferente dos resultados obtidos em trabalhos anteriores, como os de GONÇALO & MACIEL (1975) e LAGO (1991), buscando justificativa para esse fato, pode-se estabelecer razões para essa divergência, como: ajuste fino na marcação da panícula e



variação genética, visto que foram utilizadas cultivares de arroz irrigado diferentes das outras utilizadas anteriormente.

## 5. CONCLUSÕES

Considerando as condições do presente trabalho, conclui-se que:

- O ponto de maturidade fisiológica das sementes de arroz é inferior a 25% de teor de água.
- As sementes de arroz atingem o máximo de qualidade fisiológica entre  $39 \pm 3$  dias após a antese.
- No ponto de maturação fisiológica de sementes de arroz há um gradiente no teor de água superior a 5 pontos percentuais entre as diferentes partes da panícula de arroz.
- Há variação no teor de água entre diferentes partes da panícula, que diminui de acordo com o processo de maturação, em média 0,22 p.p./dia.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDUL-BAKI, A.A.; BAKER, J.E. Are changes in cellular organelles or membranes related to vigor loss in seeds? *Seed Science and Technology*, v. 1, n. 1, p. 89-125, 1973.
- ADAMS, C.A. & RINNE, R.W. Moisture content as a controlling factor in seed development and germination. *International Review of Cytology*, v. 1, n. 1, p. 1-8, 1980.
- ADAMS, C.A. & RINNE, R.W. Seed maturation in soybeans (*Glycine max* L. Merrill) is independent of seed mass and of the parent plant, yet is necessary for production of viable seeds. *J. Exp. Bot.*, 32 (128): 615-620, 1981.
- AGUIAR, I.B. & BARCIELA, F.J.P. Maturação de sementes de cabreúva. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília. v.8, n.3, p.63- 71. 1986.
- AHRENS, D.C.; PESKE, S.T. Flutuações de umidade e qualidade da semente de soja após a maturação fisiológica. I – Avaliação do teor de água. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.2, p.107-110. 1994.
- ALCOCHETE, A. A. N. ; RANGEL, P. H. N. ; FERREIRA, M. E. . Mapping of QTLs for thermosensitive genic male sterility (TGMS) in indica rice. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brazil, v. 40, n. 12, p. 1179-1188, 2005.
- ANDRADE, M.J.B.; ABREU, A.F.B.; RAMALHO, M.A.P. Recomendações para a cultura do feijoeiro em Minas Gerais, Lavras: ESAL, 12p. (Circular, 06). 1992.

ANDREWS, C.H. Some aspects of pod and seed development in Lee soybeans. Miss. State Univ., State College, Mississippi, (Tese de Ph.D), 75p 1966.

ARAÚJO, Eduardo Fontes; ARAÚJO, Roberto Fontes; SOFIATTI, Valdinei ; SILVA, Roberto Ferreira da . Maturação de sementes de milho-doce--grupo super doce. Revista Brasileira de Sementes, v. 28, p. 69-76, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed vigour testing handbook. East Lansing, (Contribution, n.32 to the Handbook on Seed Testing) 88p. 1983.

AUSTIN, R.B. Effects of environment before harvesting on viability. In: Roberts, E.H., Coord. **Viability of seeds**. Syracuse University Press, p.114-149. 1972.

AZAMBUJA, I.H.V.; MAGALHÃES Jr., A.M.de; VERNETTI Jr., F. de J. Situação da cultura do arroz no mundo e no Brasil. In: COMISSÃO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E COOPERATIVISMO. SÉRIE CULTURAS ARROZ. p.11-22. 2002.

AZEVEDO, J.I.S. Effects of delayed harvest upon soybean seed quality. Miss. State Univ., Miss. State, Mississippi, (Tese de M.S.), 70p. 1975.

BANZATO, D.A.; KRONKA, S.N. Experimentação Agrícola. Jaboticabal: UNESP, 1992. 245p.

BARBOSA, J.M. Maturação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. 1990. 144f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1990.

- BARBOSA, J.M.; SANTOS, S.R.G.; BARBOSA, L.M.; SILVA, T.S.; PISCIOTTANO, W.A.; ASPERTI, L.M. Desenvolvimento floral e maturação de sementes de *Tabebuia avellaneda* Lorentz ex Griseb. *Ecosistema*, Espírito Santo do Pinhal, v.17, n.1, p.5-11, 1992.
- BARROS, A.S.R. Maturação e colheita de sementes. In: CÍCERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. (Coord). *Atualização em produção de sementes*. Campinas: Fundação Cargill, p.34-107. 1986
- BIANCHETTI, A. *Produção e tecnologia de sementes de essências florestais*. Curitiba: EMBRAPA/URPFCS, (Documentos, 2). 22p. 1981.
- BORBA, C.S.; ANDRADE, R.V. & AZEVEDO, J.T. Maturidade fisiológica de sementes de híbrido simples 201 fêmea de milho (*Zea mays* L.) produzidas no inverno. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília. v.17, n.1, p.129-132. 1995.
- BORBA, C.S.; ANDRADE, R.V.; AZEVEDO, J.T.; ANDREOLI, C.; OLIVEIRA, A.C. Maturação fisiológica de sementes do milho BR 451. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20., 1994, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: ABMS, p.264. 1994.
- BORBA, C.S.; FORMOSO, A.M.R.T. Determinação da melhor época de colheita, baseada na maturação fisiológica da semente, de 25 cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: I SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA. Londrina, PR, p.111.1978.
- BORGES, E.E.L.; BORGES, R.C.G.; TELES, F.F.F. Avaliação da maturação e dormência de sementes de orelha de negro. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.2, n.2, p.29-32, 1980.

- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Brasília, 1992. 365p.
- BRENCHLEY, W.E.; HALL, A.D. The development of the grain of wheat. *Journal of Agricultural Science*, v. 3, n. 2, p. 195-217, 1909.
- BRESEGHELLO, F.; CASTRO, E. da M. de; MORAIS, O. P. de. Cultivares de arroz. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L. F. (Ed.). *Tecnologia para o arroz de terras altas*. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e feijão, p. 41-53. 1998.
- BUENAVENTURA, M.R. Dormancy periods of promising rice varieties. **Philippine Agriculture**, Manilla. v.39, p.558-570. 1956.
- BUSO, G. S. C., RANGEL, P.H., FERREIRA, M. E. Análise genética de espécies silvestres de arroz (*Oryza spp.*) nativas do Brasil estrutura de populações, diversidade genética e relações filogenéticas utilizando marcadores moleculares. Tese de Doutorado, UnB, Brasília, Brasil. 1998.
- CAMPOS, E.L. Seed maturation in corn (*Zea mays*. L.). Miss State Univ., State College, Mississippi, 60p. 1973.
- CARRARO, I.M. A empresa de sementes no ambiente de proteção de cultivares no Brasil. Tese. 2005
- CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 2ed. Campinas: Fundação Cargill, 429p. 1988.
- CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: Funep. 588 p. 2000.

- CARVALHO, N.M. & YANAI, K. Maturação de sementes de trigo. Científica 4: 33-38, 1976.
- CARVALHO, N.M.; SOUZA FILHO, J.F.; GRAZIANO, T.T. & AGUIAR, I.B. Maturação fisiológica de sementes de amendoim do campo. Revista Brasileira de Sementes, Brasília. v.2, n.2, p.23-28. 1980.
- CASTRO, E. da M. de; VIEIRA, N. R. de A.; RABELO, R. R.; SILVA, S. A. da. Qualidade de grãos em arroz. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 34). 30 p. 1999.
- CORVELLO, W.B.V.; VILLELA, F.A.; NEDEL, J.L.; PESKE, S.T. Maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.21, n.2, p.23-27, 1999.
- COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. Rice growth staging system. Disponível no site: <http://www.uaex.edu/nerec>. 2000.
- CROOKSTON, R.K.; HILL, D.S. A visual indicator of the physiological maturity of soybean seed. Crop Sci. 18(5):867-870, 1978.
- CRUZ, J.L. **Padrão de acúmulo de matéria seca nos grãos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e sua relação com o rendimento.** Lavras: ESAL., (Dissertação - Mestrado em Fisiologia Vegetal) 94 p. 1992.
- DAVID, A.M.S.S.; ARAUJO, E.F.; MIRANDA, G.V.; DIAS, D.C.F.S; GALVÃO, J.C.C.; CARNEIRO, V. Maturação de sementes de milhopioca. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.2, n.3, p.121-131, 2002.

DAVILA, S. Beneficio de semillas. Cali: CIAT, 167p. 1986.

DAYNARD, T.B. Relationships among black layer formation, grain moisture percentage, and heat unit accumulation in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.64, p.716-719, 1972.

DAYNARD, T.B.; DUCAN, W.G. The black layer and grain maturity in corn. *Crop Sci.* 9(4):473-476, 1969.

DELOUCHE, J.C. Environmental effects on seed development and seed quality. *HortScience*, v.15, n.6, p.13-18. 1980.

DELOUCHE, J.C. Metodologia de pesquisa em sementes. I. Produção e colheita de sementes. *Revista Brasileira de Sementes*. vol. 03, nº2, p.41-46, 1981.

DELOUCHE, J.C. Physiology of seed storage. Proc. 23rd. Corn and Sorghum Res. Conf., Amer. Seed Trade Ass., 23:83-90, 1968.

DELOUCHE, J.C. Seed maturation. Handbook of seed technology. Mississippi State University. p. 17-21, 1971.

DELOUCHE, J.C. Seed maturation. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMEN, **Seed Technol. Lab.**, 18:25-33, 1976.

DELOUCHE, J.C.; MATTHEWS, R.K.; DOGHERTY, G.M. & BOYD, A.A. Storage of seed in sub-tropical regions. *Seed Sci. & Technol.*, v.1, p.663-700. 1973.

DEMIR, I. & ELLIS, R.H. Changes in seed quality during seed development and maturation in tomato. *Seed Science Research*, New York. v.2, p.81-87. 1992.



- DIAS, D.C.F. Maturação de sementes. *Seed News*, v. 5, n. 6, nov/dez. 2001.
- DURE III, L.S. Seed formation. *Annual Review of Plant Physiology*, v. 26, p. 259-278, 1975.
- EASTIN, J.D. HULTQUIST; CULLIVAN, C.Y. Physiological maturity in grain sorghum. *Crop Sci.*, 13(2):175-178, 1973.
- EDWARDS, D.G.W. Maturity and quality of tree seeds. *Seed Science and Technology*, v.8, p.625-657, 1980.
- ELLIS, R.H. & PIETA FILHO, C. Seed development and cereal seed longevity. *Seed Science Research*, New York. v.2, p.9-15. 1992.
- FAO – Food and Agriculture Foundation. Database Statistics (<http://www.fao.org>). 2003.
- FAO. Faostat database results. Disponível: site FAO. <http://www.apps1.fao.org/servelet>. Consultado em 8 de jun. 2000.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E.; BURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S. Stage of development description for soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill). *Crop Sci.*, 11(6):929-931, 1971.
- FESSEL, S.A.M.; VIEIRA, R.D.; MENDONÇA, E.A.F.; CARVALHO, R.V. Maturidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.191-197, 2001.
- FIGLIOLIA, M.B. Colheita de sementes. In: SILVA, A.; PIÑARODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. Manual técnico de sementes florestais. São Paulo: Instituto Florestal, Série Registros, 14. p.1-12. 1995.

- FIRMINO, J.L.; SANTOS, D.S.B.; SANTOS FILHO, B.G. Características físicas e fisiológicas de sementes de cerejeira (*Torresia acreana* Ducke) quando as sementes foram coletadas do chão ou do interior dos frutos. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.18, n.1, p.28-32, 1996.
- FONSECA, J. R.; FREIRE, M. S.; VIEIRA, N. R. de A.; FREIRE, A. de B.; ZIMMERMANN, F. J. P. Efeitos da época de colheita sobre o rendimento de engenho e qualidade da semente do arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 1., Curitiba, 1979. Resumos dos trabalhos técnicos. Curitiba: Abrates, p. 50. 1979.
- FONSECA, J. R.; SILVA, J. G. da. Colheita. In: VIEIRA, N. R. de A.; SANTOS, A. B. dos; SANT'ANA, E. P. (Ed.). *A cultura do arroz no Brasil*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 452-462. 1999.
- FOWLER, J.A.P.; MARTINS, E.G. Coleta de sementes. In: *Manejo de sementes de espécies florestais*. Colombo: EMBRAPA Florestas, p. 9-13. Documentos, 58. 2001
- FRANÇA NETO, J.B. Qualidade fisiológica da semente. In: FRANÇA NETO J.B. & HENNING A.A. *Qualidade fisiológica e sanitária da semente de soja*. Londrina: EMBRAPA - CNPSo, p.5-24 (EMBRAPA - CNPSo, Circular Técnica, 9), 1984.
- FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. **Sementes enrugadas: novo problema da soja**. Londrina: EMBRAPA - CNPSo, (EMBRAPA - CPNSo. Comun. Técnico, 49). 4 p. 1990.

- FRANCO, D.F.; PETRINI, J.A.; RODO, A.; OLIVEIRA, A. & TAVARES, W.R.F. Métodos para superar a dormência em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). Informativo ABRATES, Curitiba. v.7, n.1/2, p.118. 1997.
- GODOY, R.; GODOY, O.P.; MARCOS-FILHO, J. Maturação de sementes de amendoim. Revista Agrícola, 53: 121-130, 1978.
- GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JR. de, A.M. Arroz irrigado no sul do Brasil. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 899p. 2004.
- GONÇALO, J.F.P. & MACIEL, V.S. Maturação fisiológica de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). Semente, Brasília. v.1, n.1, p.21- 25. 1975.
- GUNN, R.B.; CHRISTENSEN. Maturity relationships among early to late hybrids in corn. Crop Sci., 5(4):299-302, 1965
- HALL, C.W. Drying farm crop. Wesport: AVI Publish., 32p. 1971.
- HALLAUER, A.R.; RUSSEL, W.A. Estimates of maturity and its inheritance in maize. Crop Sci., 2(4):289-294, 1962.
- HARRINGTON, J.F. Seed storage and longevity. In: Koslowski, T. Ed. Seed Biology. New York, Academic Press, p. 145-245, 1972.
- HUNTER, J.L.; TEKRONY, D.M.; MILES, D.F.; EGLI, D.B. Corn seed maturity indicators and their relationship to uptake of Carbon- 14 assimilate. **Crop Science**, Madison, v.31, n.5, p.1309-1313, 1991.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International Rules for Seed Testing. Seed Science & Technology, 21, Supplement, 288 p. 1993.

JACINTHO, J.B.C.; CARVALHO, N.M. Maturação de sementes de soja. Científica, Jaboticabal, v.1, p.81-88, 1974.

JENNINGS, P.R. et al. Melhoramento de arroz. Calli: CIAT, 237p. 1981.

JETT, L.W. & WELBAUM, G.E. Changes in broccoli (*Brassica oleracea* L.) seed weight, viability, and vigour during development and following drying and priming. *Seed Science & Technology*, Zürich. v.24, n.1, p.127-137. 1996.

JULIANO, B.O. Properties of the rice caryopsis. In: LUH, B.S. (Ed.) *Rice: production and utilization*. Westport: CTAVI, p.403- 438. 1980.

KERSTIN, J.F. & STICKLER PAULI, A.W. Grain sorghum caryopsis development. 1. Changes in dry weight, moisture percentage and viability. **Agron. J.**, Madison, 53:36-7, 1961.

KHUSH, G.S. Chair's introduction. In *Rice Biotechnology: Improving Yield, Stress Tolerance and Grain Quality* (Goode, J.A. and Chadwick, D., eds). Chichester: Wiley, pp. 11–12. 2001.

KHUSH, G.S. Origem, dispersal, cultivation and variation of rice. *Plant Mol. Biol.* 3525-34. 1977.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. & HENNING, A.A. Relatos dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. *Inf. ABRATES*, Londrina, v.1, n.2, p.15-50. 1991.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina, PR, 174p. 1999.

- LAGO, A.A.; FURLANI, P.R. & AZZINI, L.E. Efeito da temperatura de 50°C na quebra da dormência de sementes de arroz. *Bragantia*, Campinas. v.36, p.XI-XIII. 1977.
- LAGO, A.A.; VILLELA, O.V.; MAEDA, J.A.; RAZERA, L.F.; TISSELLI FILHO, O. & MARCHI, L.O.S. Época de colheita e qualidade das sementes da cultivar de arroz irrigado 'IAC-4440'. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. v.26, n.2, p.263- 268. 1991.
- LSPA. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro .v. 14, n.02, p.1-76. mar. 2004.
- LSPA. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em:[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_200805\\_5.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200805_5.shtm). 2008.
- LUH, B.S. & MICKUS, R.R. Parboiled rice. In: LUH, B.S. (Ed.) *Rice: production and utilization*. Westport: CTAVI, p.501-542. 1980.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science*, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MARCHEZAN, E. Relações entre época de semeadura, de colheita e rendimento industrial em grãos inteiros de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.). Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós, Universidade de São Paulo. 102 p. 1991.

MARCOS FILHO, J. Produção de semente de soja. Campinas: Fundação Cargill, 86p. 1986.

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

MARCOS-FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 12 ed. Piracicaba: Esalq. 495 p. 2005.

MARCOS-FILHO, J. Qualidade fisiológica e maturação de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Tese de Livre-Docencia. Escola superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – USP. Piracicaba, 180 p. 1979.

MARCOS-FILHO, J.; AMORIM, H.V.; SILVAROLLA, M.B.; PESCARIN H.M. Relações entre germinação, vigor e permeabilidade das membranas celulares durante a maturação de sementes de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA. Brasília, 1981. Resumos... Brasília: EMBRAPA/CNPsoja, v.2, p.676-688, 1981.

MARCOS-FILHO, J.; CARVALHO, R.V.; CÍCERO, S.M.; DEMETRIO, C.G.B. Qualidade fisiológica e comportamento de sementes de soja no armazenamento e no campo. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, v.42, p.195-249, 1985.

MARTINEZ, C.; CUEVAS, F. Evaluación de la calidad culinária y molinera del arroz. Guía de estudio. Calli: CIAT, 75p. 1989.

MARTINS, S.V.; SILVA, D.D. Maturação e época de colheita de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.19, n.1, p.96-99, 1997.

MOORE, R.P. Mechanisms of water damage in mature soybean seed. Proc. Assoc. Off. Seed Anal., 61:112-8, 1971.

MORSE, M.D.; LINDT, J.H.; OELKE, E.A.; BRANDON, M.D. & CURLEY, R.G. The effect of grain moisture at time of harvest on yield and milling quality of rice. The Rice Journal, Beaumont. v.70, p.16-20. 1967.

NAGAI, G.M. **Maturação de sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)**. Jaboticabal: Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal, 29p. 1973.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. de (eds.) Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, p.49-85. 1994.

NEDEL, J.L. A planta de arroz: morfologia e fisiologia. In: PESKE, S.T. et al. Produção de arroz. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, Cap.1, p.11-66. 1998.

NELLIST, M.E.; HUGUES, M. Physical and biological processes in the drying of seed. Seed Sci. & Technol., Zürich, 1(3):613-43, 1973.

OECD Consensus Document on the biology of *Oryza sativa* (Rice). Environmental Health and Safety Publications. Series on Harmonization of Regulatory Oversight in Biotechnology. Nº14. Environment Directorate. Organization for Economic Co-operation and Development. Paris. 1999.

PASCHAL II, E.H.; ELLIS, M.A. Variation in seed quality characteristics of tropically grown soybeans. Crop. Sci., 18(5): 837-840, 1978.

- PEDROSO, B. A. Efeito do ponto de colheita de duas cultivares de arroz irrigado em quatro densidades de semeadura. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v. 47, n. 415, p. 3-5, jul./ago. 1994.
- PEREIRA, J.A. *Cultura de Arroz no Brasil. Subsídios para a sua história*. Embrapa. 2002.
- PESKE, S.T.; AGUIRRE, R. *Manual para operadores de unidades de beneficio de semillas (UBS)*. Cali: CIAT, 117p. 1987.
- PESKE, S.T.; PEREIRA, L.A.G. Tegumento da semente de soja. *Tecnologia de Sementes*, Pelotas, RS, 6(1/2):23-34, 1983.
- PINÃ-RODRIGUES, F.C.M. & AGUIAR, I.B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I.B.de; PINÃ-RODRIGUES, F.C.M. & FIGLIOLIA, M.B. *Sementes florestais tropicais*. Brasília: ABRATES p.215-274. 1993.
- POLLOCK, B.M.; ROOS, E.R. Seed and seedling vigor. In.: Koslowski, T. T. (ed.). *Seed biology*. New York, academic Press Inc. v. 2, p. 313-387, 1972.
- POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasília: AGIPLAN, 289 p. 1985.
- QUAGLIOTTI, L. & CAVALCHINI, A. *Caratteristiche morfologiche e fisiologiche della semente de melanzana (Solanum melongena L.) proveniente da frutti raccolti in diversi stadi di maturazione*. Tipografia Vincenzo Bona, Torino, 1968.
- RAJANNA, B. & ANDREWS, C.H. Trends in seed maturation of rice (*Oryza sativa* L.). *Proceedings of the Association of Official Seed Analysts*, Geneva. v.60, p.188-196. 1970.



RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Departamento de Produção Vegetal. Comissão Estadual de Sementes e Mudas do Estado do Rio Grande do Sul (Porto Alegre, RS). Normas e padrões de produção de sementes para o Estado do RS. 4. ed. Porto Alegre: Sulcoby Gráfica Edit. e Papéis Ltda, 107p. 2000.

RODRIGUES, A.O. Sementes verdes e qualidade de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. 24 p. 2001.

ROSSO, J.C. Avaliação do consumo de água em lavouras de arroz irrigado no sistema pré-germinado nas condições climáticas do sul catarinense. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Extremo Sul Catarinense. 64 p. 2007.

ROUHI, A.M. Plants to the rescue. Chem. Eng. News. January 13. pp. 21-23. 1997.

SADER, R & SILVEIRA, M.M. Maturação fisiológica de sementes de girassol cv. IAC-Anhandy. Revista Brasileira de Sementes, Brasília. v.10, n.3, p.9-18. 1988.

SALES, I.C. **Maturação de sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, (Tese Mestrado) 84p. 1978.

SEDIYAMA, C.S.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, T; CARDOSO, A.A.; ESTEVÃO, M.M. Influência do retardamento da colheita sobre a deiscência das vagens e sobre a qualidade e poder germinativo das sementes de soja. *Experientiae*, 14(5):117-141, 1972.

- SILVA, C.M. da.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, C.S. Determinação da época adequada de colheita do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com base na qualidade fisiológica das sementes. **Revista Ceres**, Viçosa, v.22, n.122, p.272-281, 1975.
- SILVA, L.M.M. Maturação fisiológica de sementes de *Cnidosculus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm. In: Morfologia e ecofisiologia de sementes de *Cnidosculus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm. 2002. f.46-61. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.
- SILVEIRA, M. A. M. ; VILLELA, Francisco Amaral ; TILLMANN, Maria Ângela André . Maturação Fisiológica de Sementes de Calêndula. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 24, n. 2, p. 31-37, 2002.
- SOARES, A.A. Cultura do arroz. Lavras: UFLA, (Textos acadêmicos, 7). 111 p. 2001.
- SOAVE, J. et al. Índice de intensidade de infecção adaptado ao estudo de manchas de sementes de arroz. *Bragantia*, Campinas, v.47, n.2, p.223-237, 1988.
- SOSBAI - SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. Arroz irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas, RS: SOSBAI, 164 p. 2007.
- SOUZA, S.M. & LIMA, P.C.F. Maturação de sementes de angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília. v.7, n.2, p.93-99. 1985.

- SRINIVAS, T.; BHASHYAM, M.K. Effect of variety environment of milling quality of rice. In: \_\_\_\_\_. Rice grain quality a marketing. Manila: IRRI, p.49-59. 1985.
- STANSEL, J.W. The rice plant-its development and yield. In: SIX DECADES OF RICE RESEARCH IN TEXAS. Research Monograph 4, The Texas Agricultural Experiment Station, College Station, Texas, p.9-21. 1975.
- STEFFE, J.F.; SINGH, R.P. & MILLER JR., G.E. Harvest, drying and storage of rough rice. In: LUH, B.S. (ed.) Rice: production and utilization. Westport: CTAVI, p.311-359. 1980.
- TELLA, R.; BANZATTO, N.V. & AZZINI, L.E. Dormência em arroz. Campinas: Instituto Agrônômico, (Circular, 82), 7 p. 1977.
- USBERTI, R. Determinações do potencial de armazenamento de lotes de sementes de *Brachiaria decumbens* pelo teste de envelhecimento acelerado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.25, n.5, p.691-699, 1990.
- VIANNA, I.C. **Maturação e efeitos do retardamento da colheita na qualidade fisiológica de sementes de sorgo sacarino.** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, (Tese Mestrado) 69 p.1982.
- VIEIRA, N.R. de A.; CARVALHO, J.L.V. de. Qualidade tecnológica. In: VIEIRA, N.R. et al. A cultura do arroz no Brasil. Goiânia: EMBRAPA Arroz e Feijão, Cap.21, p.582-604. 1999.
- VIEIRA, N.R. **Development and release of seed dormancy in rice (*Oryza sativa* L.) as related to stage of maturity.** Mississippi State: Mississippi State University, 33p. (Tese Mestrado). 1975.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 164 p., 1994.

WEBB, B.D. Rice quality and grades. In: LUH, B.S. (Ed.) Rice: production and utilization. Westport: CTAVI, p.543- 565. 1980.

ZANINI, J.R. **Influência da maturação fisiológica na produção de sementes e no rendimento industrial da planta de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)**. Piracicaba: ESALQ, (Tese Mestrado) 93 p. 1982.