

**Universidade Federal de Pelotas
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes**



Dissertação

**Metodologias Alternativas para Teste Tetrazólio
em Sementes de Soja**

Yzolina Rossini

Pelotas, 2014

Yzolina Rossini

**Metodologias Alternativas para Teste Tetrazólio
em Sementes de Soja**

Dissertação apresentada por Yzolina Rossini à Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Dr. Francisco Amaral Villela, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, para obtenção do título de Mestre Profissional em Ciências

Orientador: Prof. Dr. Francisco Amaral Villela
Coorientadores: Eng. Agr. Dr. Agr. Elton Hamer
Prof. Dr.^a Maria Ângela André Tillmann

Pelotas, 2014

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

R835m Rossini, Yzolina

Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja em Função do Tratamento Químico edas Condições de Armazenamento / Yzolina Rossini ; Francisco Amaral Villela, orientador ; Elton Hamer, Maria Ângela André Tillmann, coorientadores. — Pelotas, 2014.

34 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2013.

1. Glycine max. 2. Viabilidade. 3. Vigor. I. Villela, Francisco Amaral, orient. II. Hamer, Elton, coorient. III. Tillmann, Maria Ângela André, coorient. IV. Título.

CDD : 633.34

Yzolina Rossini

**Metodologias Alternativas para Teste Tetrazólio
em Sementes de Soja**

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: Agosto de 2014.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Francisco Amaral Villela
(FAEM/UFPel)

Eng. Agr. Dr. Geri Eduardo Meneghello
(FAEM/UFPel)

Prof^a. Dr^a. Lilian Vanussa Madruga de Tunes
(FAEM/UFPel)

Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde
(FAEM/UFPel)

Primeiramente a Deus e, aos meus pais, por terem me dado o mais valioso bem que é a vida, para a realização deste grande sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sempre estar me abençoando, aos meus pais Almiro José de Souza e Isabel Nunes Pereira de Souza pelo exemplo de vida e espírito lutador.

Ao meu esposo Ernande Roberto Granato Junior pela paciência e compreensão em todos os momentos, me apoiando e animando durante as dificuldades e vibrando nos momentos de alegrias e a meu filho Ernande Roberto Granato Neto por estar em meu ventre me acompanhando durante a realização do meu trabalho.

Aos meus irmãos Laura Juscicléia e Jhonny Pereira de Souza que sempre me apoiam em todos os momentos de minha vida.

Ao professor pela orientação e competência perante as dificuldades surgidas na condução deste trabalho.

A toda equipe da Girassol Agrícola, onde todos estavam prontos para me apoiar em todos os momentos, e um agradecimento em especial ao senhor Gilberto Flavio Goellner, ao Elcio Cardoso de Oliveira e ao meu grande amigo Valmir Missio, que estava dando todo o suporte e apoio durante a realização desse trabalho.

RESUMO

ROSSINI, Yzolina. **Metodologias Alternativas para Teste Tetrazólio em Sementes de Soja**. Dissertação (Mestrado Profissional). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas - RS, 2013.

A produção e a utilização de sementes de alta qualidade são fatores básicos para o sucesso da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Para que tais requisitos sejam alcançados, o sistema de controle de qualidade na indústria de sementes deve ser ágil, versátil e confiável, fornecendo resultados precisos e rápidos. O teste de tetrazólio permite a obtenção de informações sobre a viabilidade e o vigor de sementes, possibilitando o diagnóstico do dano mecânico, deterioração por umidade e dano por percevejo. O objetivo deste trabalho foi definir alternativas metodológicas para o teste de tetrazólio em sementes de soja, cultivares TMG 1176RR e TMG 133RR. As avaliações realizadas foram teste de tetrazólio a) Pré embebição por 16 horas seguida de pré-condicionamento por 2 horas e TZ b) Pré embebição por 8 horas seguida de pré-condicionamento por 16 horas e TZ.c) Pré embebição por 16 horas seguida de pré-condicionamento por 16 horas e TZ.d) Pré embebição por 24 horas seguida de pré-condicionamento por 16 horas e TZ.e) Pré embebição por 72 horas seguida de coloração direta. Para a avaliação da viabilidade e do vigor de sementes de soja existe a possibilidade de redução do período de tempo necessário para condução do teste de tetrazólio.

Palavras-chave: *Glycine max*; viabilidade; vigor.

ABSTRACT

ROSSINI, Yzolina. **Alternative methodologies for tetrazolium test in soybean seeds.** Dissertation (Professional Master Degree). Graduate Program in Seed Science and Technology. Federal University of Pelotas. Pelotas - RS, 2013.

The production and use of high-quality seeds are basic factors for the success of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) crop. For such requirements to be achieved, the quality control system in the seed industry must be agile, versatile, and reliable, providing accurate and rapid results. Tetrazolium test allows obtaining information on seed viability and vigor, allowing the diagnosis of mechanical damage, deterioration due to moisture, and stink bug damage. The aim of this study was to define alternative methodologies in the tetrazolium test in soybean seeds of TMG 1176RR, and TMG 133RR cultivars. The evaluations were tetrazolium test a) Pre-soak for 16 hours Pre-soak for 2 hours b) Pre-soak for 8 hours followed by pre-conditioning for 16 hours and TZ c) Pre-soak for 16 hours followed by pre-conditioning for 16 hours and TZ d) Pre-soaking for 24 hours followed by pre-conditioning for 16 hours and TZ e) Pre-soak for 72 hours followed by direct staining. Tetrazolium test is an efficient tool for quality control of soybean seeds. The Brazilian Rules for Testing Seeds methodology presents efficiency in the evaluation of the physiological quality of soybean seeds..

Keywords: *Glycine max*; viability; vigor.

Lista de Tabelas

Tabela 1. Metodologias do teste tetrazólio para determinação da viabilidade e vigor em sementes de soja, cultivar TMG 133RR 22

Tabela 2. Metodologias do teste tetrazólio e para determinação da viabilidade e vigor em sementes de soja, cultivar TMG 1176RR 23

Sumário

1.INTRODUÇÃO	10
2. MATERIAL E MÉTODOS	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4. CONCLUSÕES	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1.INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é conhecida e explorada no Oriente há mais de cinco mil anos e reconhecida como uma das mais antigas plantas cultivadas do Planeta. Contudo, o Ocidente ignorou seu cultivo até a segunda década do século XX, quando os Estados Unidos iniciaram a exploração comercial em primeiro momento como forrageira e, posteriormente para grão. Contudo, a partir de 1941, a área cultivada para grãos superou a cultivada para forragem, cujo cultivo declinou rapidamente, até desaparecer em meados dos anos 1960.

A partir dos anos 1940 que a cultura adquiriu importância econômica, merecendo o primeiro registro estatístico nacional em 1941, no Anuário Agrícola do Rio Grande do Sul com área cultivada de 640 ha, produção de 450t e rendimento de 700 kg ha⁻¹. Nesse mesmo ano instalou-se a primeira indústria processadora de soja do País e em 1949, com produção de 25.000t, o Brasil figurou pela primeira vez como produtora de soja nas estatísticas internacionais. Todavia, foi a partir da década de 1960, impulsionada pela política de subsídios ao trigo, visando auto-suficiência, que a soja se estabeleceu como cultura economicamente importante para o Brasil. Nessa década, a produção passou de 206 mil toneladas em 1960 para 1,056 milhão de toneladas em 1969, sendo 98% desse volume produzido nos três estados da Região Sul, onde prevaleceu a dobradinha, trigo no inverno e soja no verão.

Apesar do significativo crescimento da produção decorrer dos anos 60, foi na década seguinte que a soja se consolidou como a principal cultura do agronegócio brasileiro, passando de 1,5 milhões de toneladas em 1970 para mais de 15 milhões de toneladas em 1979. Esse crescimento ocorreu, não apenas pelo aumento da área cultivada de 1,3 para 8,8 milhões de hectares, mas também, devido expressivo incremento de produtividade de 1,14 para 1,73t ha⁻¹, pela adoção de novas tecnologias disponibilizadas aos produtores pela pesquisa brasileira.

O cultivo da soja no estado de Mato Grosso teve início em meados da década de 1970 atingindo área inferior a 100 mil hectares, no final desta década. Na década seguinte o crescimento foi mais pronunciado, atingindo na

safras 89/90 a área aproximada de 1,5 milhões de hectares e na década de 90 e até o ano de 2006 apresentou um crescimento elevado, passando dos 1,5 milhões de hectares para 3,1 milhões na safra 00/01 (ano em que o estado se tornou o maior plantador de soja do país) e para mais de 5,8 milhões de hectares na safra 05/06 (CONAB, 2007).

Nas décadas de 1980 e 1990 repetiu-se, na região tropical do Brasil, o explosivo crescimento da produção ocorrido nas duas décadas anteriores na Região Sul. Em 1970, menos de 2% da produção nacional de soja era colhida no centro-oeste. Em 1980, esse percentual passou para 20%, em 1990 já era superior a 40% e em 2003 está próximo dos 60%, com tendências a ocupar maior espaço a cada nova safra. Essa transformação promoveu o Estado do Mato Grosso, de produtor marginal à líder Nacional de produção e de produtividade de grãos de soja.

Embora o intenso crescimento econômico verificado no Centro-Oeste brasileiro seja atribuído em grande parte à mudança na composição setorial da atividade produtiva, então essencialmente ligada ao setor agropecuário, o qual foi paulatinamente tendo sua participação substituída pela indústria e pelo setor de serviços, não se deve, entretanto, minimizar a importância da agropecuária para economia da região. Conforme salientaram Galindo e Santos (1995), ainda que o PIB agropecuário represente a menor parcela do produto regional em termos relativos, a participação da agropecuária no Centro-Oeste reveste-se de significativa importância, uma vez que, foi por meio deste setor que ocorreu a ocupação do espaço regional e a maior integração comercial com outras regiões, sobretudo com o Sul e Sudeste. Seu desenvolvimento possibilitou também o surgimento do setor industrial no início dos anos 30 e seu posterior impulso a partir dos anos 80, o que resultou na expansão urbana de alguns centros já tradicionais e o aparecimento de novos aglomerados populacionais.

Com o estabelecimento do programa oficial de incentivo à triticultura nacional, em meados dos anos 50, a cultura da soja foi igualmente incentivada, por ser, desde o ponto de vista técnico como Fabaceae sucedendo uma Poaceae, quanto do econômico pelo melhor aproveitamento da terra, máquinas e implementos, da infraestrutura e da mão de obra. Neste contexto, ao se analisar o setor agrícola em números, verifica-se que mais de 98% da área

destinada à agricultura de grãos e fibras é coberta com sete culturas, sendo a soja a principal, com 46,9% da área total seguida pelo milho com 27,4% e o feijão com 8,9% (CONAB, 2007).

O desenvolvimento e a maturação das sementes são aspectos importantes a serem considerados na tecnologia de produção de sementes, pois entre os fatores que determinam a qualidade das sementes estão as condições ambientais predominantes durante o florescimento e a frutificação. Portanto, o conhecimento de como se processa a maturação das sementes e dos principais fatores edafoclimáticos envolvidos é fundamental para a orientação dos produtores de sementes, auxiliando no controle de qualidade.

O processo de maturação da semente inicia logo após a polinização e envolve a fertilização do óvulo. A partir da união de gametas, ocorre uma série de transformações citológicas, morfológicas e fisiológicas que originarão o embrião, o tecido de reserva e os envoltórios (POPINIGIS, 1985). 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, cessando a transferência de assimilados da planta-matriz para a semente. Neste ponto, o conteúdo de reservas é máximo e o grau de umidade ainda é alto (variando de 30 a 50%, dependendo da espécie). Sementes de soja apresentam cerca de 50 a 55% de umidade nesta fase, enquanto as de milho de 35 a 40%. Desse modo, o metabolismo da semente é elevado, podendo o retardamento da colheita conduzir ao consumo de reservas via processo respiratório e conduzir a redução do vigor (PESKE et al., 2012).

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 se deve à multiplicação e ao desenvolvimento das células do embrião e do tecido de reserva. Os compostos formados via fotossíntese, nas folhas, são translocados para a semente em formação, onde são utilizados para a síntese de novos compostos de reserva (PESKE et al., 2012).

A matéria seca ou carbono alocado na semente consiste de um conjunto de compostos de reserva, incluindo proteínas, carboidratos, lipídios. Pouco tempo após a fertilização o acúmulo de matéria seca é lento e predominam divisões celulares, na sequência, ocorre aumento na alocação de carbono

paralelamente ao aumento na germinação e no vigor, até atingir o máximo. Durante a fase de maior acúmulo de matéria seca, o teor de água da semente é alto e isto se deve ao fato da água ser o veículo responsável pela translocação de compostos proveniente da fotossíntese para a semente. O suprimento artificial de água via irrigação, é importante nesta fase, pois possibilita a adequada absorção de água e de nutrientes do solo e favorece o "enchimento" das sementes.

Desde a maturidade fisiológica até o momento de sua utilização na semeadura, as sementes estão sujeitas à perda da qualidade fisiológica pelas mudanças estruturais e fisiológicas decorrentes ação do ambiente. A deterioração manifesta-se no decorrer do tempo, ocasionando reflexos negativos na germinação e principalmente no vigor. A rapidez com que ocorre a perda de qualidade das sementes após a maturidade fisiológica, segundo Moraes (2000), é função da espécie ou cultivar e das condições impostas às sementes no campo, após a colheita ou durante as operações de beneficiamento e armazenamento.

De modo geral, é possível afirmar que a qualidade das sementes decresce a partir da maturidade fisiológica, dependendo das condições climáticas, principalmente, temperatura e umidade relativa do ambiente em que ficam expostas, até atingir o momento de colheita (GARCIA et. al., 2004). Em anos com períodos de alta umidade relativa ou chuvas entre a maturação e a colheita, tem-se a produção de sementes de soja com reduzida qualidade fisiológica (ATHOW; LAVIOLETTE, 1973).

O controle de qualidade de sementes da soja é de fundamental importância dentro do contexto da cadeia produtiva. Estudos realizados por Costa et al. (2001) e Mesquita et al. (1999) demonstram que apesar de toda tecnologia disponível, a qualidade da semente proveniente de algumas regiões é severamente comprometida em função dos elevados índices de deterioração por umidade, de lesões ocasionadas por percevejos, quebras, de ruptura de tegumento e de danos mecânicos, oscilação de temperatura associada a chuva durante o período de armazenamento no campo (Costa et al., 1994).

Áreas com temperaturas amenas ($\leq 22^{\circ}\text{C}$), conforme Costa et al. (1994), são mais adequadas para produção de sementes de soja originadas de cultivares com ciclo precoce. Estudos com sementes produzidas no Brasil

demonstraram que as provenientes do sul do Paraná e do Rio Grande do Sul possuem o melhor padrão de qualidade comparativamente as demais regiões (COSTA et al., 2003). Enquanto, em regiões tropicais e subtropicais, existem épocas de semeadura distintas para produção de sementes. Altas produtividades podem ser sacrificadas a favor da obtenção de sementes de melhor qualidade (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2000).

A soja pode estar exposta a condições climáticas desfavoráveis durante o desenvolvimento e também sujeita a um número significativo de patógenos. As doenças causadas por organismos patogênicos podem afetar tanto o rendimento quanto a qualidade da semente. Fungos como *Diaporthe phaseolorum* (Cke. & Ell) var. *sojae* Wehm., *Colletotrichum dematium* (Pers. Ex Fr.) Grove var. *truncata* (Schw.) Arx., *Cercospora kikuchii* (T. Matsu & Tomoyasu) Chupp e *Phomopsis sojae* podem danificar as plantas, vagens e sementes em vários estádios do desenvolvimento.

O período crítico de incidência do percevejo é compreendido entre os estádios de desenvolvimento e de enchimento de sementes (Panizzi et al., 1979). Ainda, segundo os mesmos autores, sementes danificadas por *Piezodorus guildinii* apresentam elevada quantidade de microrganismos patogênicos. Jensen e Menon (1972) verificaram, em cultivares de soja, que a região da lesão ocasionada por percevejo, talvez, seja mais importante do que o número de picadas do inseto. Acrescentam ainda que a lesão no eixo radícula-hipocótilo pode comprometer severamente o vigor, condição facilmente identificada pelo teste de tetrazólio

A qualidade fisiológica da semente de soja é afetada negativamente pela deterioração de campo por variação de umidade, especialmente quando associada à temperaturas elevadas. O processo de ganho e perda de água resulta em retrações e expansões do tegumento, originando “rugos” na região oposta ao hilo (FRANÇA-NETO et al., 2007). Enquanto, a qualidade física indica o padrão de qualidade do lote quanto à sua composição, ou seja, à porcentagem de semente de soja e de material inerte, número de sementes de outras espécies cultivadas, silvestres e de plantas nocivas toleradas. A integridade física da semente de soja é fundamental para o seu pleno desempenho no campo quanto à germinação e a emergência de plântulas, tendo sementes sem danos mecânicos, pré-requisito de qualidade para

propiciar o número de plantas no campo requerido para se atingir níveis elevados de produtividade (KRZYZANOWSKI, 2004).

Algumas cultivares de soja, segundo França Neto e Krzyzanowski (2000), apresentam maior tolerância ao dano mecânico e a deterioração por umidade. Os efeitos imediatos da injúria mecânica são verificados quando o dano é drástico, porém efeitos latentes dessa injúria, mesmo que superficial, apesar de não afetarem prontamente a germinação, causam reduções no vigor e no potencial de armazenamento das sementes (BAUDET et al., 1978).

Hamer e Peske (1997), concluíram que as sementes entre 14 e 18% de umidade apresentam menor ocorrência de danificação mecânica e o menor percentual de perdas durante a colheita. Entretanto, com umidade de colheita entre 11,4 e 19% a danificação é aceitável e as perdas permanecem inferiores a 3,0%. A combinação da baixa umidade das sementes e altas rotações do cilindro, resulta em maior danificação mecânica das sementes. As danificações mecânicas são progressivas e acumulativas. Costa (2005), concluiu que sementes colhidas com grau de umidade superior a 15% estão sujeitas a maior incidência de danos mecânicos latentes e quando colhidas com teor abaixo de 12%, estão suscetíveis ao dano mecânico imediato.

No Brasil, o sistema oficial de produção de sementes é o de Certificação, mas de acordo com o DECRETO nº5. 153, que aprova o regulamento da Lei nº10. 711, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas – SNSM estabelece em seu Art. 35 as categorias: I- semente genética; II- semente básica; III- semente certificada de primeira geração – C1; IV- semente certificada de segunda geração – C2; V- semente S1; e VI- semente S2. Nas classes básicas, C1, C2, S1 e S2, a qualidade é garantida por padrões mínimos de germinação, purezas físicas e varietal e sanidade, exigidos por normas de produção e comercialização estabelecidas e controladas. Para isso, existem laboratórios oficiais e particulares de análise de sementes que podem prestar esses serviços e alternativamente, utilizar o teste de emergência de plântulas em campo, a consulta ao atestado de garantia de qualidade da semente, fornecido pela empresa produtora ou pelo comerciante, teste de tetrazólio e envelhecimento acelerado, para indicar o vigor das sementes.

Ao longo de 70 anos de cultivo, as perdas por danificação mecânica ou deterioração ainda apresentam níveis elevados. A regulagem inadequada das colhedoras e a velocidade incorreta de deslocamento estão entre as principais causas das perdas e geralmente, cerca de 80% das perdas ocorrem na plataforma de corte (COSTA; TAVARES, 1995). Andrigueto (1975) e Valle (1978), trabalhando com sementes de trigo e com arroz, respectivamente, constataram que o retardamento da secagem afetava adversamente a qualidade das sementes e que este efeito adverso era tanto maior quanto mais alta a umidade inicial. Borba et al.(1998), ao avaliarem sementes de milho, observaram que não há perda de qualidade fisiológica quando a semente sofre retardamento de secagem e encontra-se com grau de umidade de 16%, ao passo que com 21%, a qualidade fisiológica decresce linearmente, sendo comprometida após 84 horas de atraso no início da secagem. Silveira (1974) relata que a intensidade e a gravidade dos danos mecânicos causados às sementes na operação de beneficiamento depende do tipo de operação e da velocidade do equipamento utilizado.

O grau de umidade com que as sementes são manuseadas foi destacado por Bunch (1960), enquanto, Villela e Peske (1996), Lima (1997) e Ahrens e Lollato (1997) sugerem a fim de evitar o choque térmico, que a secagem de sementes seja iniciada utilizando baixas temperaturas do ar, com posterior elevação gradativa ao decorrer da operação, e por fim, temperaturas do ar decrescentes ao aproximar-se do término do processo de secagem. Na secagem contínua, recomendada com algumas adaptações, a massa de sementes atinge temperaturas elevadas, que podem causar redução na viabilidade e no vigor (AGUIRRE; PESKE, 1992; VILLELA; SILVA, 1992; CARVALHO, 1994).

Ao considerar a secagem estacionária e a região anterior à frente de secagem, as sementes permanecem secas e a temperatura é maior e, na região posterior, tem-se sementes úmidas e baixa temperatura, condições que se não manejadas de forma adequada podem conduzir a redução de qualidade da semente. Por sua vez, Bewley e Black (1994) afirmam que secagens demasiadamente rápidas ou excessivas podem reduzir de forma acentuada a viabilidade das sementes, sendo assim, é importante o

monitoramento da temperatura, bem como, do decréscimo do teor de água da massa de sementes durante o processo de secagem.

No armazenamento, de acordo com Gregg e Fagundes (1977), tanto a umidade relativa como a temperatura do ar, são fatores importantes, sendo que a umidade relativa exerce influência mais acentuada e direta na longevidade da semente. As melhores condições para manutenção da qualidade da semente são de baixas umidade relativa do ar e temperatura (CARVALHO; NAKAGAWA, 1983; AGUIAR et al., 1993).

O potencial de conservação das sementes é determinado pela velocidade do processo de deterioração e pode ser variável entre diferentes lotes da mesma espécie e mesmo cultivar, armazenados sob as mesmas condições (DELOUCHE; BASKIN, 1973), sendo que, para sementes de soja, Silva Castro (1989) cita que o potencial de conservação depende diretamente da qualidade fisiológica das mesmas no início do período de armazenamento e está intimamente relacionada ao momento de colheita. Toole e Toole (1946), citados por Delouche (1975), estudando a longevidade de sementes de soja, em função da umidade e da temperatura de armazenagem, observaram que a 10°C e com 9,4% de umidade as sementes podem ser mantidas por mais de dez anos com germinação acima de 80%; por cinco anos a 20°C, e por um ano a 30°C. Em contraste, com 13,9% de umidade as sementes perderam rapidamente o poder germinativo, em meio ano a 30°C, em 2 anos a 20°C, e em 5 anos a 10 °C.

Um dos primeiros sinais da deterioração de sementes, principalmente em função do armazenamento prolongado, está relacionado com a alteração ou perda de integridade das membranas celulares (DELOUCHE e BASKIN, 1973). A perda de controle da compartimentalização intracelular, com alteração no metabolismo vegetal, pode resultar na perda da viabilidade da semente (ROBERTS, 1972). Vários são os fatores que estão relacionados à permeabilidade das membranas, dentre os quais podem ser citados a idade da semente, sua condição física e fisiológica e, notadamente, a incidência de injúrias mecânicas (POWELL, 1986).

Com o aumento do grau de deterioração ocorre a capacidade da capacidade de reorganização das membranas celulares, resultando no decréscimo da germinação e do vigor das sementes (LIN, 1990). A velocidade

de reorganização do sistema de membranas reflete o vigor da semente e a liberação de constituintes celulares é inversamente associada ao vigor por refletir na perda da integridade das membranas na consequente perda de compartimentalização, constituindo excelente para o desenvolvimento de microrganismos e acelerando o processo de deterioração da semente (WOODSTOCK, 1988). Vários pesquisadores ressaltaram que a pesquisa em tecnologia de sementes deve expressar informações no vigor, sendo sugerida a utilização de testes do vigor para avaliar, com maior segurança, a qualidade fisiológica de um lote de sementes (DELOUCHE; CALDWELL, 1969; MARCOSFILHO et al., 1987; VIEIRA, 1988).

O primeiro componente da qualidade que mostra sinais de deterioração é o vigor, seguido pela redução da germinação e produção de plântulas normais (FERGUSON, 1995). Existe relação satisfatória, segundo Matthews (1981), entre o teste de germinação e o de emergência em campo. Por outro lado, Delouche e Baskin (1973), atestam que a emergência de plântulas e a população inicial em campo podem ser melhor estimadas por testes de vigor.

Dentre os diferentes testes empregados atualmente para avaliação da qualidade das sementes, pode-se destacar o teste de tetrazólio, que representa ganhos significativos na caracterização dos problemas que afetam a semente de soja (COSTA; MARCOS FILHO, 1994).

O teste de tetrazólio permite avaliar a viabilidade e o vigor dos lotes de semente e fornece o diagnóstico das causas pela redução da qualidade, como danos mecânicos, deterioração por umidade e danos de percevejos, que se constituem nos principais problemas que afetam a qualidade fisiológica da semente de soja (COSTA et al., 2007).

O teste de tetrazólio se baseia na alteração da coloração dos tecidos vivos em presença de uma solução de tetrazólio. Essa alteração na coloração reflete a atividade das enzimas desidrogenases envolvidas na atividade respiratória. Estas enzimas, particularmente, a desidrogenase do ácido málico, catalizam a reação dos íons H^+ liberados pela reação dos tecidos vivos com o sal (2,3,5 - trifenil cloreto de tetrazólio), formando uma substância de cor vermelha, estável e não difusível, denominada trifenilformazan.

Se o sal de tetrazólio é reduzido, formando o composto vermelho, houve atividade respiratória, significando que há viabilidade celular e do tecido. Os

tecidos não viáveis não reagem e, conseqüentemente, não são coloridos. A formação de um vermelho carmim claro indica tecido vigoroso e um vermelho mais intenso para o tecido em deterioração.

A interpretação do teste exige que as sementes sejam avaliadas individualmente, quando o exame das partes vitais, a localização e intensidade da coloração indicarão a condição da semente.

A metodologia preconiza um período de 16 horas de embebição para a realização desse teste. Esse período é considerado relativamente longo por produtores de sementes de soja, especialmente quando há necessidade de tomar decisões rápidas. Assim sendo, o emprego da metodologia alternativa do tetrazólio constitui-se uma ferramenta imprescindível para tomada de decisão quanto à avaliação do potencial fisiológico de um lote de semente.

O objetivo deste trabalho foi definir alternativas metodológicas para o teste de tetrazólio em sementes de soja

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes da empresa “GIRASSOL AGRÍCOLA”, localizada Rodovia BR 364, km 117, no município de Pedra Preta – MT.

Foram utilizadas sementes de soja das cultivares TMG 1176RR e TMG 133RR, em campos localizados sob coordenadas geográficas 16,5 °S e 53,3 °W e altitude de 750m (Pedra Preta-MT) e, 16,1 °S e 53,2 °W com altitude de 680m (Santo Antônio do Leverger –MT). O solo é classificado como latossolo vermelho-escuro distrófico a latossolo vermelho-amarelo distrófico, com textura argilosa.

Para a avaliação da qualidade física e fisiológica das sementes de soja foram efetuadas as seguintes avaliações:

a) Germinação (G) - foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes dispostas para germinar em papel para germinação e colocadas para germinar a temperatura constante de 25°C. A avaliação foi realizada aos oito dias após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

b) Teste de emergência em campo (EC) - foi conduzido com duas repetições e cada uma com 50 sementes. A irrigação foi manual e efetuada diariamente, visando manter o solo na capacidade de campo. A avaliação do número de plântulas emergidas foi realizada dez dias após a semeadura e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais emergidas.

Foram testadas metodologias para o pré-condicionamento das sementes de soja

a) Teste de tetrazólio (TZ) - foi realizado empregando duas amostras de 50 sementes por repetição.

As sementes foram pré-umedecidas em papel-toalha com água destilada pelo período de 16 horas, a temperatura de 25°C. Após o referido período,

foram acondicionadas em copos de polietileno e submersas em solução de sal de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio a concentração de 0,05% pelo tempo de 2 horas. Atingido o período de coloração, a solução foi drenada e as sementes lavadas em água corrente. A determinação do vigor e da viabilidade, assim como os principais danos físicos e fisiológicos, foram efetuados de acordo com recomendações e França-Neto et al. (1998) e Zorato (2001).

- a) Pré embebição por 16 horas seguida de pré-condicionamento por 2 horas
- b) Pré embebição por 8 horas seguida de pré-condicionamento por 16 horas e TZ.
- c) Pré embebição por 16 horas seguida de pré-condicionamento por 16 horas e TZ.
- d) Pré embebição por 24 horas seguida de pré-condicionamento por 16 horas e TZ.
- e) Pré embebição por 72 horas seguida de coloração direta.

Para validação da metodologia do tetrazólio, foi aplicado o delineamento inteiramente casualizado no teste de germinação, emergência e teste de tetrazólio. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O lote da cultivar TMG 133RR (Tabela 1), apresentou germinação de 94% e emergência em campo de 95%. Na avaliação de viabilidade no teste de tetrazólio, apresentou diferenças significativas, sendo as metodologias indicadas pela RAS e a pré-embebição 16 horas e pré- condicionadas por 16 horas foram superiores as demais, seguidas pela 8 horas de pré-embebição e pré condicionadas por 16 horas. De acordo com Costa et al (1998), o período de pré-embebição pode ser reduzido. Na avaliação de vigor apresentou as metodologias da RAS e a pré-embebição 16 horas e pré- condicionadas por 16 horas como superiores, seguidas pelas pré-embebição por 8 horas e pré- condicionadas por 16 horas e pela pré-embebição por 24 horas e pré- condicionadas por 16 horas e a metodologia pré-embebição por 72 horas e coloração direta foi inferior nas duas avaliações. O período de tempo necessário para o desenvolvimento de coloração das sementes varia expressivamente entre as espécies. Delouche et al. (1976) afirmaram que sementes de uma mesma espécie ou até de um mesmo lote podem apresentar velocidade de coloração diferente (Barros et al., 2005). Essas metodologias foram eficientes para avaliar a viabilidade e vigor de sementes de soja corroborando com Costa e Santos (2010 em sementes de Leucena.

Tabela 1. Metodologias do teste tetrazólio para determinação da viabilidade e vigor em sementes de soja, cultivar TMG 133RR

Metodologia	Viabilidade-Tetrazólio (%)	Vigor – Tetrazólio (%)
RAS	99 a	91 a
8h/16h	95 b	83 b
16h/16h	98 a	91 a
24h/16h	94 bc	85 b
72h	93 c	77 c

Para o lote da cultivar TMG 1176RR (Tabela 2), a germinação foi de 92 % e emergência em campo de 95%. Na avaliação de viabilidade pelo teste tetrazólio a metodologia RAS foi a que apresentou-se superior as demais e a

metodologia pré embebição por 72 horas e coloração direta foi inferior. As demais metodologias não diferiram entre elas. Na avaliação de vigor as metodologias RAS, pré-embebição 16 horas e pré- condicionadas por 16 horas e pré-embebição 24 horas e pré- condicionadas por 16 horas foram superiores.

O teste tetrazólio é eficiente para avaliação de viabilidade e vigor em várias espécies como em sementes de angico (Pinho et al., 2011) e Leucena (Costa e Santos, 2010).

Tabela 2. Metodologias do teste tetrazólio e para determinação da viabilidade e vigor em sementes de soja, cultivar TMG 1176RR

Metodologia	Viabilidade-Tetrazólio (%)	Vigor – Tetrazólio (%)
RAS	97 a	86 a
8h/16h	92 ab	79 b
16h/16h	96 ab	88 a
24h/16h	94 ab	87 a
72h	86 c	65 c

Trabalhos têm mostrado que temperaturas superiores a 30°C, podem determinar uma maior intensidade de absorção de água pelas sementes. Assim, HSU et al. (1983), estudando embebição em sementes de soja, a 20, 30 e 50°C, observaram que à temperatura de 20°C as sementes atingiram 90% do total de absorção em 12,5h; todavia, quando a temperatura foi elevada para 30°C e 50°C, a umidade foi atingida em 6h e 2,5h, respectivamente. Pode-se argumentar que a temperatura é um elemento fundamental no processo de condicionamento de sementes de soja, especialmente se o objetivo é a obtenção de coloração uniforme no teste de tetrazólio.

Diante dos resultados obtidos e considerando-se que o fator tempo, aliado ao tempo de embebição, são características desejáveis na realização do teste de viabilidade de sementes para obtenção de resultados de análises em laboratório.

Há possibilidade de redução do período de tempo necessário para condução do teste de tetrazólio em amostras de sementes de soja, para a avaliação da viabilidade e do vigor. Assim sendo, a temperatura empregada no pré-condicionamento das sementes é importante.

4. CONCLUSÕES

Para a avaliação da viabilidade e do vigor de sementes de soja existe a possibilidade de redução do período de tempo necessário para condução do teste de tetrazólio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHRENS, D.C.; PESKE, S.T. Flutuações de umidade e qualidade de semente de soja após a maturação fisiológica. ii. avaliação da qualidade fisiológica.

Revista Brasileira de Sementes, v.16, n. 2, p. 111-115, 1994.

AHRENS, D.C.; VILLELA, F.A. Secagem intermitente e seus efeitos na qualidade fisiológica de sementes de tremoço azul. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, n.2/3, p.309-315, 1996.

AHRENS, D.C.; LOLLATO, M.A. Eficiência de secadores estacionários de fluxo radial e intermitente rápido: efeitos sobre a qualidade de sementes de feijão.

Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.19, n.1, p.28-33, 1997.

AHRENS, D.C.; BARROS, A.S.R.; VILLELA, F.A.; LIMA, D. Qualidade de sementes de milho (*Zea mays* L.) sob condições de secagem intermitente.

Scientia Agricola, Piracicaba, v.55, n.2, p.320-325, 1998.

AMARAL, A.S.; BAUDET, L.M. Efeito do teor de umidade da semente, tipo de embalagem e período de armazenamento, na qualidade de sementes de soja.

Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.5, n.3, p.27-35, 1983.

AMARAL, A.S.; BICCA, L.H.F.; WOBETO, L.A. Classificação de sementes de ervilha. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.348, p.32-35, 1984.

ARMSTRONG, J.E.; BASKIN, C.C.; DELOUCHE, J.C. Sizing soybean seed to improve plantability. **Journal Seed Technology**, Madison, v.12, n.1, p. 59-65, 1988.

ASSMANN, E.J. **Seed density and quality relationships in gravity graded soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) seed**. Ph.D. Dissertation. Mississippi State University, Mississippi State.1983.

BARNI, N.A.; GOMES, J.E.S.; GONÇALVES, J.C. Efeito da época de semeadura, espaçamento e população de plantas sobre o desempenho da soja (*Glycyne max* (L.) Merrill), em solo hidromórfico. **Agronomia Sulriograndense, Porv.** 21, n. 2, p. 245 -296,1985.

BAUDET, L.; POPINIGIS, F.; PESKE, S. Danificações mecânicas em sementes de soja transportadas por um sistema de elevador secador. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.3, n.4, p. 29-38, 1978.

BAUDET, L.; MISRA, M. Atributos de qualidade de sementes de milho beneficiadas em mesa de gravidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n.2, p.91- 97. 1991.

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

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

BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. **Drying and storage of grains and oilseeds**. AVI, Westport, p. 450, 1992.

BUNCH, H.D. Air-screen cleaners are not made to separate vetch from wheat. **Seedsmen's Digest**, Santo Antônio, v.8, n.11, p. 57-60, 1957.

BUNCH, H.D. Field picking, shelling of corn solves one problem, presents others. **Seedsmen's Digest**, Santo Antônio, v.11, p.30-38, 1960.

CARRARO. I.M. **A empresa de sementes no ambiente de proteção de cultivares no Brasil**. Pelotas, RS, 2005. 106 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes). Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargil, p. 429, 1983.

CARVALHO, N.M. **A secagem de sementes**. FUNEP, Jaboticabal, p. 165, 1994.

CAVARIANI, C. **Secagem estacionária de sementes de milho com distribuição radial do fluxo de ar**. 1996. 85f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Esalq-USP.

CERIOTTI, P.E. **Semente de soja produzida na Cooperativa Agroindustrial de Cascavel-PR**. Pelotas, RS. 2005. 26 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Pelotas Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel.

CHAVES, J.C.M. **Processing soybean seeds with spiral separators to remove purple moonflower and to improve quality**. Miss. State, Miss. 1975. 64p. (Thesis M.S.).

CONAB. **Série Histórica de Produção - por Produtos 1976/2007**. Disponível em: <www.conab.gov.br/download/safra/BrasilProdutoSerieHist.xls> Acesso em: julho de 2007.

CONAB. **Série Histórica de Produção – Soja 1976/2007**. Disponível em: <www.conab.gov.br/download/safra/SojaSerieHist.xls> Acesso em: julho de 2007.

COSTA, N.P.; FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; Metodologia alternativa para o teste de tetrazólio em semente de soja. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, p. 8, 2007.

COSTA, N.P.; PEREIRA, L.A.G.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C. Zoneamento ecológico do Estado do Paraná para produção de sementes de cultivares precoces de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.1, p.12-19, 1994.

COSTA, N.P.; MARCOS FILHO, J. Temperatura e pré-condicionamento de sementes de soja para o teste de tetrazólio. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.51, n.1, p.158-168, 1994.

COSTA, N.P.; FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; PEREIRA, J.E. Avaliação de metodologia alternativa para o teste de tetrazólio para sementes de soja **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n.2, p.305-312, 1998.

COSTA, N.P.; FRANÇA NETO, J.B.; PEREIRA, J.E.; MESQUITA, C.M.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. **Efeito da ocorrência de sementes verdes sobre a qualidade fisiológica em lotes de semente de quatro cultivares de soja**. ABRATES, Londrina, p. 52, 2001.

COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; MAURINA, A.C.; FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.1, p.128-132, 2003.

DARIVA, I.V. **Estudo sobre eficiência e comercialização na produção de sementes de soja**. Pelotas, RS, 2005. 40 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pelotas Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel.

DELOUCHE, J.C.; CALDWELL, W.P. Seed vigor and vigor test. **Proceedings Association of Official Seed Analysts**, Lansing, v.50, n.1, p.124-129, 1969.

DELOUCHE, J.C. Precepts for seed storage. In: Short Course Forseedsmen, Mississippi, 1970. **Proceedings**. Mississippi: Seed Tech. Lab., Mississippi State University, p.85-119, 1970.

FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C. Seed production and technology for the tropics. In: Tropical soybean – improvement and production. EMBRAPA –CNPSo. **Plant Production and Protection Series**. Rome, FAO, n. 27, p.217- 240. 1994.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. Produção de sementes de soja: fatores de campo. **Seed News**, Pelotas, n.2, p.20-24, 2000.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. O controle de qualidade inserido no sistema de produção de sementes. **ABRASEM**. Informativo, 2004
Disponível em: <www.abrasem.com.br/materia_tecnica/2004/0002_controle_de_qualidade>. Acesso em: julho de 2007.

FUNDAÇÃO MT – Fundação de apoio à pesquisa agropecuária de Mato Grosso. **Boletim técnico de soja**. Fundação MT, Rondonópolis, p. 226, 2004.

GALINDO, O.; SANTOS, V.M. **Centro-Oeste**: evolução recente da economia regional. UNESP/FUNDAP, São Paulo, p.240, 1995.

GARCIA, D.C.; BARROS, A.C.S.A.; PESKE, S.T.; MENEZES, N.L. Secagem de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.603-608, 2004.

GAUDÊNCIO, C.A.A.; GAZZIERO, D.L.P.; JASTER, F.; GARCIA, A.; WOBETO, C. **População de plantas de soja no sistema de semeadura direta para o Centro-Sul do Estado do Paraná**. Embrapa/CNPSo, Londrina, 1990.

GAUL, A.D.; MISRA, M.K.; BERN, C.J.; HURBURGH, C.R. Variation of physical properties in gravity separated soybeans. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.29, n.4, p.33-36, 1986.

GOULART, A.C.P. **Fungos em sementes de soja**: detecção e importância. EMBRAPA-CPAO, Dourados, p. 58, 1997.

GOULART, A.C.P.; FIALHO, W.F.B.; FUJINO, M.T. **Viabilidade técnica do tratamento de sementes de soja com fungicidas antes do armazenamento**. EMBRAPA-CPAO, Dourados, p. 41, 1999.

GREGG, B.R.; FAGUNDES, S.R. **Condições para o armazenamento de sementes** In: SEMINÁRIO NACIONAL DE ARMAZENAGEM, 2, CIBRAZEM - MA. Brasília: AGIPLAN, p. 238-256, 1977.

HAMER, E.; PESKE, S.T. Colheita de sementes de soja com alto grau de umidade. I – qualidade física. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.1, p.106-110, 1997.

HAMER, E.; HAMER, E. Produção de sementes requer planejamento. **Seed News**. Pelotas, v.7, n. 4, p.23-27, 2003.

HAMER, E. O bom exemplo da Arco-Íris. **Seed News**. Pelotas, v.9, n.2, p.8-9, 2005.

HSU, K.H.; KIM, C.J.; WILSON, L.A. Factors affecting water uptake of soybean during soaking. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.60, n.3, p.208-211, 1983.

KASTER, M.; BONATO, E.R. Evolução da cultura da soja no Brasil. In: S. MIYASAKA; J. C. MEDINA (ed.). **A soja no Brasil**, São Paulo, p. 58-63, 1981.

LIMA, D. **Influência da alta temperatura de secagem em sementes de arroz**. Pelotas: FAEM/UFPel, 1997. 92p. (Tese Doutorado).

LIN, S.S. Alterações na lixiviação eletrolítica, germinação e vigor da semente de feijão envelhecida sob alta umidade relativa do ar e alta temperatura. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.2, n.2, p.1-6, 1990.

LOLLATO, M.A.; SILVA, W.R. Efeitos da utilização da mesa gravitacional na qualidade de sementes do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.12, p.1483-1496, 1984.

LOPES, J.C.; MARTINS FILHO, S.; TAGLIAFERRE, C.; RANGEL, O.J.P. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Alegres. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.1, p.51-58, 2002.

MARCOS-FILHO, J.; SHIOGA, P.S. Separação de feijão miúdo presente em lotes de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 4, n.3, p.10-18, 1982

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

MATTHEWS, S. Evaluation of technique for germination and vigour studies. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.9, n.2, p.543-551, 1981.

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

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

POWELL, A.A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. **Journal of Seed Technology**, East Lansing, v.10, n.2, p.81-100, 1986.

REIS, M.S.; VIEIRA, C.; ANDRADE, A.M.S.; SEDIYAMA, T. Efeitos do espaçamento e da densidade de plantio sobre a variedade de soja UFV-1 no Triângulo Mineiro. **Revista Ceres**, Viçosa, v.24, n.134, p.412-419, 1977.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G. O. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, p.20, 1994.

ROBERTS, E.H. Cytological, genetical and metabolic changes associated with loss of viability. In: ROBERTS, E.H. (ed.). **Viability of seeds**. London, p.253-306, 1972.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; GOMES, J.L.L. **Cultura da soja**. UFV, Viçosa, p.96, 1985.

SILVA CASTRO, C.A. **Produção de n-hexanal e aldeídos totais como índices para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1989, 141 p. (Tese Doutorado).

SILVA-FILHO, P.M. **Processo de secagem, desempenho da semente e qualidade industrial do trigo**. Pelotas: FAEM/UFPel, 1997. 64p. (Tese Doutorado).

SILVEIRA, J.F.da. **Efeito da debulha mecânica sobre germinação, vigor e produção de cultivares de milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 49f. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).

SMIDERLE, O.J. A produção de semente de soja na Amazônia. **Página Rural**. 2003. Disponível em: <www.paginarural.com.br/artigos> Acesso: junho de 2006.

SMITH, T.J.; CAMPER, H.M. Effect of seed size on soybean performance, **Agronomy Journal**, Madison, v.67, n.5, p.681-84, 1975.

USBERTI, R. Determinação do potencial de armazenamento de sementes de soja pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 1, n. 2, p.28-40, 1979.

VAUGHAN, C.E.; GREGG, B.R.; DELOUCHE, J.C. **Beneficiamento e manuseio de sementes**. AGIPLAN, p. 195, 1976.

VIEIRA, M.G.G.C. Aspectos de integração, tecnologia e sanidade em estudos de sementes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 3, Lavras, 1988. **Anais...** Fundação Cargill, Campinas, p.48-57.1988.

VILLELA, F.A. **Efeitos da secagem intermitente sobre a qualidade de sementes de milho**. 1991. 104f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - ESALQ-USP.

VILLELA, F.A.; SILVA, W.R. Curvas de secagem de sementes de milho utilizando o método intermitente. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.49, n.1, p.145-153,1992.

VILLELA, F.A.; PESKE, S.T. Secagem e beneficiamento de sementes de arroz irrigado. In: PESKE, S.T.; NEDEL, J.L.; BARROS, A.C.S.A. **Produção de arroz**. FAEM/UFPel, Pelotas, p.435-473, 1996

VILLELA, F.A.; PESKE, S.T. Tecnologia pós-colheita para arroz. In: PESKE, S.T.; NEDEL, J.L.; BARROS, A.C.S.A. **Produção de arroz irrigado**. FAEM/UFPel, Pelotas, p. 351-412, 1997.