

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
CURSO DE AGRONOMIA

**TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA PARA
AVALIAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE
CROTALÁRIA**

Aluna: Caroline Pinheiro Woicieckoski

Cassilândia – MS
Novembro de 2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
CURSO DE AGRONOMIA**

**TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA PARA
AVALIAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE
CROTALÁRIA**

Aluna: Caroline Pinheiro Woicieckoski

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Lucia Pereira Kikuti

“Trabalho apresentado como parte das exigências do curso de Agronomia para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo”.

Cassilândia-MS
Novembro de 2012



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
CURSO DE AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO:

“ Teste de condutividade elétrica para avaliação
do vigor de sementes de crotalaria ”

ACADÊMICA: **Caroline Pinheiro Woiciekoski**

ORIENTADOR (A): **Profa. Dra.- Ana Lúcia Pereira Kikuti**

APROVADO pela comissão examinadora em: 08 de novembro de 2012.

Prof.Dr. – Flávio Ferreira da Silva Binotti

Profa. Dra. – Maria Luiza Nunes Costa

Profa.Dra.- Ana Lúcia Pereira Kikuti - Orientadora

“Não façam do amanhã o sinônimo de nunca, nem o ontem se torne o mesmo que nunca mais. Seus passos ficaram. Olhem para trás, mas vá em frente, pois há muitos que precisam que cheguem para poderem seguir-te”.

Charlie Chaplin

Aos meus pais, Sandra e Alfredo, minha irmã Cristina pelo amor, apoio e carinho durante essa caminhada. A minha vó Normélia que me ensinou os verdadeiros valores da vida. Minha família, mais que um porto seguro, o verdadeiro motivo pelo qual dou valor a vida que tenho.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora por me guiar e proteger.

A Professora Dr^a Ana Lúcia Pereira Kikuti, por me apoiar e orientar durante a execução do trabalho.

Aos professores Dr Flávio Ferreira da Silva Binotti, Dr^a Maria Luiza Nunes Costa, por ter aceitado o convite fazer parte da banca.

A Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, Unidade Universitária de Cassilândia – UUC.

Aos meus pais Sandra e Alfredo, e a minha irmã Cristina que sempre me incentivaram e acreditaram em mim, pela paciência em momentos de crises.

A minha vó Normélia que enquanto esteve entre nós sempre demonstrou todo o amor e carinho me incentivando e me abençoando.

A minha amiga Amanda Ramos e a tia Maria Jos que me ajudou a dar os primeiros passos em uma nova etapa da minha vida

Aos meus amigos de republica Pamella Mingotti, Noemi Cristina de Souza, Nayara de Melo, Nayrelli de Melo, Maurício Cota, Daiana Lemes, que me aguentaram e me apoiaram em momentos difíceis e felizes e por me aguentarem todos esses anos.

As minhas amigas Francieli Amaral e Andressa Prado, que ao longo desses anos, mesmo longe, me ajudaram a superar todos os obstáculos.

Ao meu vô, que mesmo morando longe, nos anos em que estive perto sempre estive presente incentivando e aconselhando sobre os altos e baixos da vida.
Aos meus colegas de classe que passaram comigo por todos os problemas e por todas as conquistas ao longo desses cinco anos.
A todos que de alguma forma contribuíram para a execução do trabalho.
Muito Obrigada!

SUMÁRIO

| | páginas |
|---|---------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 3 |
| 2.1. <i>Crotalaria (Crotalaria juncea)</i> | 3 |
| 2.2. Testes para avaliação do potencial fisiológico de sementes | 3 |
| 2.2.1. Teste de germinação | 4 |
| 2.2.2. Determinação de teor de água em sementes | 4 |
| 2.2.3. Teste de envelhecimento acelerado | 4 |
| 2.2.4. Teste de condutividade elétrica | 5 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 8 |
| 3.1. Determinação de teor de água | 8 |
| 3.2. Teste de germinação | 10 |
| 3.3. Teste de emergência de plântulas | 12 |
| 3.4. Teste de envelhecimento acelerado | 13 |
| 3.5. Teste de condutividade elétrica | 15 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 17 |
| 5. CONCLUSÕES | 22 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 23 |

RESUMO

A avaliação da qualidade da semente é fundamental para que tenha um bom desenvolvimento a campo. Para essa avaliação são feitos testes de vigor para expressar o potencial fisiológico da semente estudada. O presente trabalho teve como objetivo, identificar a metodologia mais adequada do teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor das sementes de *Crotalaria juncea*. O experimento foi conduzido em laboratório na UEMS/UUC. Foram utilizadas sementes de cinco lotes de *Crotalaria juncea*, produzidas na safra 2009/2010. Para o teste de condutividade elétrica, as sementes foram submetidas à uma temperatura de 25°C no germinador (BOD), utilizando diferentes combinações de número de sementes e volume de água, sendo elas (50/75 mL, 25/75 mL, 50/50 mL, 25/50 mL) em três períodos de embebição (4, 6 e 24 horas) e a leitura, realizada com o auxílio do condutivímetro. O delineamento foi inteiramente casualizado, com 5 lotes. Os resultados obtidos teste de condutividade elétrica foram comparados com os obtidos no teste de germinação, emergência de plântulas e envelhecimento acelerado (41°C durante 48 horas e 72 horas). Pelos resultados obtidos pode-se concluir que o uso da combinação de 25 sementes com 50 mL de água com período de embebição de 4 horas e 24 horas é eficiente para avaliação do vigor de sementes de *Crotalaria juncea*.

Palavras-chave: *Crotalaria juncea*, análise de sementes, germinação, potencial fisiológico, leguminosa.

1. INTRODUÇÃO

A *Crotalaria juncea* é uma leguminosa, anual, ereta, de porte baixo e crescimento determinado e muito bem adaptada aos solos arenosos e com baixa fertilidade, embora seja muito sensível ao alumínio no solo. Dentre as espécies utilizadas para adubação verde é a que apresenta crescimento inicial mais rápido, o que a torna interessante para o controle de plantas infestantes ou para ocupação de áreas por menor período de tempo. Apesar de sua crescente importância, tendo em vista a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, o estudo sobre métodos adequados para avaliação da qualidade de sementes de *Crotalaria*, são escassos.

A avaliação da qualidade das sementes antes da implantação das culturas é essencial quando se deseja obter estande adequado em campo. A qualidade das sementes engloba aspectos físicos, genéticos, de sanidade e fisiológicos. Para avaliação do aspecto fisiológico vários testes são utilizados, dentre eles o de condutividade elétrica e o de envelhecimento acelerado, que juntamente com os testes de germinação em laboratório e emergência de plântulas em bandeja, podem expressar o potencial fisiológico das sementes estudadas.

O teste de condutividade elétrica destaca-se por ser um teste rápido, de baixo custo e de fácil padronização. É padronizado para sementes de ervilha, permitindo uma avaliação segura do vigor de lotes de sementes desta espécie, e muito estudado também para diversas espécies, para as quais já foi determinada metodologia adequada para o uso do teste. Nesse teste são avaliadas características relacionadas à liberação de metabólitos durante a embebição das sementes e esta liberação de metabólitos está diretamente associada ao vigor de sementes.

Através da avaliação da condutividade elétrica dos lixiviados, há a possibilidade de detectar a perda de eletrólitos das sementes para a água de embebição. A perda de lixiviados (metabólitos) das sementes para a água de embebição aumenta à medida que os sistemas de membranas das sementes vão perdendo a sua integridade. E essa integridade vai se perdendo com a deterioração das sementes. Então quanto maior a deterioração das sementes

maior quantidade de metabólitos serão lixiviados para a água de embebição e portanto serão obtidos maiores valores de condutividade elétrica.

A duração do período de embebição das sementes é de grande importância na capacidade do teste de condutividade distinguir diferenças de qualidade entre lotes.

Tendo em vista a importância de se conhecer a qualidade das sementes antes do plantio e durante a produção de sementes e a importância crescente de espécies utilizadas como adubo verde, o presente experimento teve por objetivo identificar a metodologia mais adequada do teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor das sementes de *Crotalaria juncea*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Crotalária (*Crotalaria juncea*)

Diversas espécies da família das leguminosas têm sido utilizadas para a finalidade de adubação verde, destacando-se a *Crotalaria juncea*; uma planta de ciclo anual, porte ereto, arbustiva, de crescimento determinado. Esta espécie tem seu florescimento induzido quando a duração do dia é menor que 12 horas, caracterizando-a como planta de dias curtos (CALEGARI et al., 1992; WUTKE et al., 1993).

Tem grande contribuição de alguns nematoides do solo, também é utilizada como adubo verde por ser grande fixadora de nitrogênio. Muito utilizada para a rotação de culturas.

O ponto de maturidade fisiológica das sementes é caracterizado pela máxima germinação, vigor e peso de matéria seca e decréscimo do teor de água, sendo estes últimos índices apontados como os melhores parâmetros para a determinação deste ponto. A partir desta fase, a exposição das sementes às variações climáticas, pragas e doenças pode acelerar o processo de deterioração (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A utilização de sementes com elevado potencial fisiológico é um dos aspectos mais importantes a se considerar na implantação de uma cultura. O potencial fisiológico constitui um dos principais atributos da qualidade de sementes, sendo de relevante importância para o estabelecimento do estande em campo e desenvolvimento uniforme das plantas.

2.2 Testes para avaliação do potencial fisiológico de sementes

O potencial fisiológico das sementes engloba aspectos relacionados à germinação e ao vigor. Os testes de vigor têm sido usados em complementação às informações obtidas no teste de germinação e, seus resultados se assemelham mais aos obtidos em campo, que os do teste de germinação, principalmente quando as condições ambientais se desviam das mais favoráveis (MARCOS FILHO, 1999).

2.2.1 Teste de germinação

O teste de germinação é o teste mais usado para avaliação do potencial fisiológico das sementes (ISTA, 2003). Porém, muitas vezes, superestima o desempenho em campo, por ser conduzido em condições de temperatura e umidade, próximas às ideais.

Germinação de sementes em teste de laboratório é a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo (BRASIL, 1992). O objetivo do teste é determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes, o qual pode ser usado para comparar a qualidade de diferentes lotes e também estimar o valor para semeadura em campo.

2.2.2 Determinação de teor de água em sementes

A determinação do teor de água em sementes é de fundamental importância logo após a maturação fisiológica, seja na colheita, secagem, armazenamento e comercialização. Na colheita, para evitar o armazenamento prolongado a campo, onde as sementes ficam expostas a condições climáticas geralmente adversas, bem como ao ataque de insetos, roedores e microorganismos. Na secagem, para determinar a umidade inicial e final do produto, podendo-se estimar com isto o tempo de secagem e o consumo de combustível, entre outros aspectos. No armazenamento, para determinar a umidade de conservação da semente, a qual varia em função da cultura e do período de armazenamento. Na comercialização, pois o valor do produto está em função da umidade, dessa forma, erros na determinação da umidade irão acarretar prejuízos econômicos (LUZ et al., 1993).

2.2.3 Teste de envelhecimento acelerado

O teste de envelhecimento acelerado foi desenvolvido com a finalidade de estimar o potencial de armazenamento de sementes, mas pode fornecer informações sobre o potencial de emergência das plântulas em campo. Nesse teste, considera-se que lotes de sementes de alto vigor mantêm sua viabilidade

quando submetidos, durante curtos períodos de tempo, a condições severas de temperatura e umidade relativa do ar (DELOUCHE; BASKIN, 1973).

Porém, no teste de envelhecimento acelerado tradicional, as sementes absorvem água em ambiente relativamente quente e úmido, de modo que os resultados sofrem influência, dentre outros fatores, do grau de umidade inicial das sementes e do período de permanência das amostras no interior da câmara de envelhecimento (MARCOS FILHO, 1999). Esses efeitos têm sido detectados, de maneira mais drástica, em sementes tipicamente de menor tamanho, ocasionando inconsistência nos resultados (POWELL, 1995).

Por esse motivo, alternativas têm sido estudadas para a condução do envelhecimento acelerado, como por exemplo, a substituição da água colocada no interior da caixa plástica, por soluções saturadas de NaCl, KCl ou NaBr. Isto permite a redução da velocidade de captação de água, da intensidade de deterioração, além da obtenção de efeitos menos drásticos sobre as sementes e resultados menos variáveis (JIANHUA; MCDONALD, 1997).

O teste de envelhecimento acelerado tem sido utilizado com sucesso, para a avaliação do vigor de algumas espécies de leguminosas: amendoim (ROSSETO et al., 2001), feijão (HAMPTON; TEKRONY, 1995; SANTOS et al., 2003), feijão vagem (DIAS et al., 1998) e soja (FRATIN; MARCOS FILHO, 1984; MARCOS FILHO et al., 1990; HAMPTON; TEKRONY, 1995). No entanto, informações sobre a utilização desse teste para sementes de crotalária, ainda são escassas.

2.2.4 Condutividade elétrica

A padronização dos testes de vigor é importante, pois à medida que as técnicas de manejo cultural tornam-se mais sofisticadas, aumenta a necessidade do uso de sementes de alta qualidade (McDONALD, 1998). Dentre esses testes, destaca-se o de condutividade elétrica. Este se baseia na permeabilidade das membranas, avaliando características relacionadas à liberação de metabólitos durante a embebição das sementes (BARROS; MARCOS-FILHO, 1997).

O teste de condutividade elétrica avalia indiretamente o grau de estruturação das membranas celulares, sendo baseado na menor velocidade

de estruturação das membranas por sementes menos vigorosas, quando embebidas em água, tendo como consequência maior liberação de exudatos para o exterior da célula e, portanto, maior condutividade elétrica que aquelas mais vigorosas (HAMPTON; TEKRONY, 1995; MARCOS FILHO, 2005).

A rapidez com que são obtidos os resultados do teste, destaca-o entre os testes de vigor, sendo que informações sobre o vigor de lotes de sementes podem ser obtidas em aproximadamente 24 horas (HAMPTON; TeKRONY, 1995).

Para sementes pequenas o período de embebição pode ser reduzido ainda mais, dependendo da espécie. Para avaliação do vigor de sementes de brócolos, 8 horas de embebição foram suficientes (MARTINS et al., 2002), para maxixe, 4 horas foram suficientes (TORRES et al., 1998), duas ou quatro horas para pimentão (OLIVEIRA; NOVEMBRE, 2005; TORRES; MINAMI, 2000).

Alterações do volume de água, usado no teste, também têm sido realizadas para as diversas espécies. Para grandes culturas, tem sido recomendada a utilização de 75mL de água destilada para a embebição das sementes (MARCOS FILHO et al., 1990; DIAS; MARCOS FIHO, 1996). No entanto, para sementes pequenas esse volume tem sido reduzido, utilizando-se de 25 a 50 mL de água.

Tem sido estudada também a diminuição do número de sementes para o teste de condutividade elétrica. A recomendação é que se faça o teste utilizando 4 repetições de 50 sementes (HAMPTON; TeKRONY, 1995). Porém, para sementes pequenas, alguns autores têm sugerido a diminuição do número de sementes para 25 (RODO et al., 1998; FESSEL et al., 2005; OLIVEIRA; NOVEMBRE, 2005).

Variações na combinação do número de sementes/volume de água/período de embebição/temperatura de embebição, têm sido estudadas para o teste de condutividade elétrica. As combinações mais adequadas para avaliação do vigor de sementes de leguminosas foram: 50/75 ml/24h/25°C, para sementes de feijão (BARROS et al., 1999; MIGUEL; CÍCERO, 1999) e de feijão vagem (DIAS et al., 1998), 25/75 ml/4 ou 16h/25°C (DIAS; MARCOS FILHO, 19996) ou 25/75 ml/24h/20°C para sementes de soja (BARROS; MARCOS FILHO, 1997).

Informações sobre os procedimentos mais adequados a serem utilizados neste teste, para a avaliação do vigor de sementes de crotalária, são escassas na literatura. Neste contexto, a adequação de metodologia para o teste de condutividade elétrica nesta espécie, é bastante importante.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado nos laboratórios da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia (UEMS/UUC), no período de agosto a novembro de 2012.

Foram utilizadas amostras de cinco lotes de sementes de *Crotalaria juncea*, obtidas na safra de 2009/2010. O delineamento foi inteiramente casualizado.

Para a caracterização do potencial fisiológico dos lotes foram utilizados os testes descritos a seguir:

3.1 Teste de determinação de água

Determinação do teor de água: realizada com duas subamostras de sementes, para cada lote, pelo método da estufa, a 105°C, durante 24 horas, de acordo com Brasil (2009) (Figuras 1). Esta determinação foi realizada no início das avaliações e após o envelhecimento acelerado.



FIGURA 1. Sementes de Crotalaria dispostas em placas de Petri, Laboratório UEMS/Cassilândia, MS.



FIGURA 2. Balança utilizada para mensurar a massa das sementes, Laboratório UEMS/Cassilândia, MS.



FIGURA 3. Estufa utilizada para teste de determinação do teor de água. Laboratório UEMS/Cassilândia, MS.

3.2 Teste de germinação

Germinação: realizado com quatro subamostras de 50 sementes para cada lote. Essas sementes foram distribuídas em rolos de papel toalha tipo germitest, umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato seco e mantidos a 25°C. As avaliações foram realizadas no quarto e décimo dia após a instalação do teste, adotando-se os critérios estabelecidos em Brasil (2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, para cada lote. Detalhes do teste podem ser observados nas Figuras 4, 5 e 6.



FIGURA 4. Sementes de Crotalária dispostas em papel germitest para teste de germinação em laboratório. Laboratório UEMS/Cassilândia, MS.



FIGURA 5. Rolos de papel germitex para avaliação de germinação em laboratório. Laboratório UEMS/Cassilândia, MS.



FIGURA 6. Sementes germinadas após 10 dias em B.O.D. Laboratório UEMS/Cassilândia,MS.

3.3 Teste de emergência de plântulas

Emergência de plântula: realizada com quatro subamostras de 50 sementes para cada lote, distribuídas em bandejas estabelecidos em condições de campo. A umidade inicial do substrato foi ajustada para 70% da capacidade de campo, sendo realizadas irrigações quando necessário.

A velocidade de emergência de plântula foi realizada em conjunto com o teste de emergência, anotando-se diariamente o número de plântulas emersas com tamanho superior a 1,0 cm e cotilédones abertos, até a estabilização do estande. Ao final do teste, com os dados diários do número de plântulas normais, foi calculado o índice de velocidade de emergência, de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962). Detalhes do teste podem ser observados nas Figuras 7 e 8.



FIGURA 7. Teste de emergência de plântulas em bandeja com 4 dias após o plantio. UEMS/Cassilândia, 2012.



FIGURA 8. Teste de emergência de plântula em bandeja com 7 dias após o plantio. UEMS/Cassilândia, 2012

3.4 Teste de envelhecimento acelerado

O teste de envelhecimento acelerado foi realizado com quatro subamostras de 50 sementes, distribuídas numa camada única e uniforme, sobre tela de alumínio fixada em caixa de plástico (gerbox), contendo no fundo 40ml de água. As caixas plásticas foram mantidas a 41°C, durante 48 e 72 horas. Após esse período foi instalado o teste de germinação, de acordo com Brasil (2009). A avaliação foi realizada aos quatro dias após a instalação do teste de germinação. Detalhes do teste podem ser observados nas Figuras 9, 10 e 11.



FIGURA 9. Gerbox com tela, com sementes de crotalaria. Laboratório UEMS/Cassilândia, MS.



FIGURA 10. Balança utilizada para pesagem de sementes. Laboratório UEMS/Cassilândia, MS.



FIGURA 11. Estufa a 41°C, Laboratório UEMS/Cassilândia, 2012.

3.5 Teste de condutividade elétrica

O teste de condutividade elétrica foi realizado utilizando-se diferentes combinações de número de sementes e volume de água (50/75mL, 25/75mL, 50/50mL, 25/50mL) em três períodos de embebição (4, 6 e 24 horas). As sementes foram pesadas com precisão de 0,0001g, colocadas para embeber em copos plásticos contendo água destilada e mantidas em germinador, a 25°C. As leituras foram realizadas em condutímetro, em cada período de embebição. Detalhes do teste podem ser observados nas Figuras 12 e 13.



FIGURA 12. Condutivímetro, utilizado para medição de condutividade elétrica. Laboratório UEMS/Cassilândia, MS.



FIGURA 13. Câmara de germinação B.O.D, a 25°C. Laboratório UEMS/Cassilândia, MS.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se, pelos resultados da análise de variância que não houve diferença significativa entre os lotes, pelo teste F, no teste de envelhecimento acelerado com 48 horas de exposição a temperatura de 41°C, e nos testes de condutividade elétrica utilizando as combinações 50 sementes/75 mL de água, 50 sementes/50 mL, 25 sementes/75 mL, em nenhum dos períodos de embebição.

Para os testes de germinação e de envelhecimento acelerado 41°C/72 horas e para o de condutividade elétrica na combinação 25 sementes/50 mL nos períodos de 4 e 24 horas de embebição das sementes foram verificadas diferenças significativas entre os lotes de sementes utilizados.

Para o teste de emergência de plântulas, houve diferença significativa entre os lotes 1 e 3, os demais lotes não apresentaram diferença.

Os resultados obtidos nos testes de germinação, envelhecimento acelerado (41°C durante 48 e 72 horas) e de emergência de plântulas são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 - Valores médios obtidos no teste de germinação (G), de envelhecimento acelerado (EAT), de emergência de plântulas (EP) e teor de água inicial (TA) de lotes de sementes de *Crotalaria juncea*.

| Lotes | G (%) | EAT 48 h | EAT 72 h | EP 7 DAP | TA |
|---------|---------|----------|----------|----------|-----|
| 1 | 79 b | 58 a | 72 a | 96 a | 5,7 |
| 2 | 93 a | 53 a | 59 ab | 93 ab | 7,0 |
| 3 | 82 ab | 55 a | 47 b | 87 b | 6,9 |
| 4 | 82,5 ab | 51 a | 58 ab | 90 ab | 6,1 |
| 5 | 88 ab | 57 a | 54 b | 91 ab | 6,6 |
| *CV (%) | 6,1 | 9,6 | 13,6 | 3,6 | |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

*Coeficiente de variação em porcentagem.

Verifica-se que a porcentagem de germinação das sementes, de todos os lotes, estava acima do exigido para comercialização de sementes de crotalária, que é de 60%. Para esse tipo de estudo é recomendável a utilização de lotes com poder germinativo igual ou superior ao exigido para

comercialização, para que sejam comparados materiais comercializáveis (POWELL, 1986; MARCOS FILHO, 1999).

O teor de água dos cinco lotes variou de 5,7% (lote 1) para 7,0% (lote 2). A variação do menor para o maior teor de água foi menor que 2 pontos percentuais e portanto dentro do recomendável (MARCOS FILHO 1999b). O uso de lotes com pequena variação no teor de água é essencial quando se deseja a obtenção de resultados consistentes.

Pelos resultados do teste de germinação pode-se observar que o lote 2 apresentou maior porcentagem de plântulas normais que o lote 1 (Tabela 1). Os demais lotes não se distinguiram nem do melhor nem do pior lote.

No teste de emergência de plântula avaliado aos 7 dias após a emergência de plântulas, verificou-se que o lote 1 teve a maior porcentagem de germinação, enquanto que o lote 3 teve a menor porcentagem dentre os lotes. Os demais lotes não apresentaram diferença entre si.

O teste de envelhecimento acelerado utilizando 41°C com tempo de exposição a esta temperatura de 48 horas, não foi eficiente para detectar diferenças entre os lotes estudados. Provavelmente esse tempo de exposição não provocou estresse suficiente para propiciar a separação dos lotes de sementes em diferentes níveis de vigor.

No teste de envelhecimento acelerado utilizando 41°C com tempo de exposição a esta temperatura de 72 horas o lote 1 destacou-se como superior aos lotes 3 e 5 (Tabela 1). Porém, esse resultado não foi condizente com o obtido nos testes de germinação e condutividade elétrica com utilização da combinação de 25 sementes/50 mL de água durante 4 horas e 24 horas.

Os resultados do teste de condutividade elétrica são apresentados nas tabelas 2, 3, 4 e 5. Não foram observadas diferenças significativas entre os lotes quando foram utilizadas as combinações 50 sementes/75mL, 50 sementes/50 mL e 25 sementes/75 mL, em nenhum dos períodos de embebição estudados (Tabelas 2, 3 e 4)

TABELA 2 - Valores médios obtidos no teste de condutividade elétrica de lotes de sementes de *Crotalaria juncea*, utilizando a combinação 50 sementes/75 mL de água.

| Lotes | Tempo 4h | de 6h | Embebição 24h |
|---------|-------------|----------|------------------|
| 1 | 47,46 a | 60,34 a | 104,46 a |
| 2 | 48,35 a | 66,33 a | 106,43 a |
| 3 | 43,15 a | 63,38 a | 107,89 a |
| 4 | 40,23 a | 61,05 a | 110,91 a |
| 5 | 51,57 a | 65,59 a | 105,77 a |
| *CV (%) | 18,5 | 10,1 | 7,3 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

TABELA 3 - Valores médios obtidos no teste de condutividade elétrica de lotes de sementes de *Crotalaria juncea*, utilizando a combinação 50 sementes/50 mL de água.

| Lotes | Tempo 4h | de 6h | Embebição 24h |
|---------|-------------|----------|------------------|
| 1 | 55,28 a | 82,52 a | 136,12 a |
| 2 | 45,40 a | 74,30 a | 133,57 a |
| 3 | 44,38 a | 76,29 a | 137,03 a |
| 4 | 46,16 a | 73,95 a | 137,32 a |
| 5 | 50,02 a | 80,41 a | 126,19 a |
| *CV (%) | 14,5 | 7,3 | 8,15 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

TABELA 4- Valores médios obtidos no teste de condutividade elétrica de lotes de sementes de *Crotalaria juncea*, utilizando a combinação 25 sementes/75 mL de água.

| Lotes | Tempo 4h | de 6h | embebição 24h |
|---------|-------------|----------|------------------|
| 1 | 31,48 a | 59,26 a | 116,05 a |
| 2 | 39,14 a | 58,76 a | 121,01 a |
| 3 | 33,96 a | 58,52 a | 124,62 a |
| 4 | 35,02 a | 61,15 a | 123,09 a |
| 5 | 36,13 a | 63,51 a | 116,16 a |
| *CV (%) | 19,5 | 12,5 | 8,13 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A combinação de 25 sementes com 50 mL de água proporcionou a separação dos lotes em diferentes níveis de vigor, quando as sementes foram embebidas durante 4 horas e 24 horas (Tabela 5). A embebição durante 6 horas não proporcionou a separação dos lotes.

No período de 4 horas de embebição o lote 2 apresentou menor liberação de lixiviados, sendo portanto, superior aos lotes 4 e 5 que apresentaram maior liberação de lixiviados (maior valor de condutividade elétrica).

Quando as sementes foram embebidas durante 24 horas, verificou-se novamente a superioridade do lote 2, dessa vez, juntamente com o lote 3 sobre o lote 5. Pode-se ressaltar que o lote 2, já havia sido detectado, pelo teste de germinação como o de maior nível de vigor.

TABELA 5 - Valores médios obtidos no teste de condutividade elétrica de lotes de sementes de *Crotalaria juncea*, utilizando a combinação 25 sementes/50 mL de água.

| Lotes | Tempo de embebição | | |
|---------|--------------------|----------|-----------|
| | 4h | 6h | 24h |
| 1 | 74,45 bc | 97,93 a | 138,00 ab |
| 2 | 61,98 a | 88,83 a | 127,95 a |
| 3 | 68,06 ab | 94,01 a | 130,04 a |
| 4 | 75,81 c | 97,86 a | 137,71 ab |
| 5 | 68,02 ab | 100,40 a | 159,49 b |
| *CV (%) | 4,7 | 8,3 | 7,4 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os resultados obtidos neste trabalho, confirmam que a quantidade de sementes para avaliação do vigor por meio do teste de condutividade elétrica, realmente pode ser diminuída de 50 para 25, como sugeriram alguns autores como: RODO et al., 1998; FESSEL et al., 2005; OLIVEIRA; NOVEMBRE, 2005.

A quantidade de água utilizada para o teste de condutividade para sementes de crotalaria também pode ser diminuída para 50 mL, substituindo os 75 mL, recomendados anteriormente para as grandes culturas.

A maior conquista, no entanto, é a obtenção de resultados em apenas 4 horas. Os resultados obtidos com este tempo de embebição foram comparáveis aos resultados obtidos em 24 horas de embebição. O teste de

condutividade elétrica, quando comparado a outros testes de vigor tradicionais, como o de envelhecimento acelerado, fornece resultados com economia de tempo de sete dias em média, dependendo do teste. Portanto, o estudo de metodologia adequada para as diversas espécies, para este teste é justificado.

5. CONCLUSÃO

O uso da combinação de 25 sementes com 50 mL de água com período de embebição de 4 horas e 24 horas é eficiente para avaliação do vigor de sementes de *Crotalaria juncea*.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, A.S.R.; MARCOS FILHO, J. Testes para avaliação rápida do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.2, p.289-295, 1997.

BARROS, M.A.; OHSE, S.; MARCOS FILHO, J. Íon leakage as indicator of vigor in field bean seeds. **Seed Technology**, Lansing, v.21, n.1, p.44-48, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 395p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Teste de germinação. In: **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992. cap.5, p.79-138.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E.A.; WILDNER, L. do P.; COSTA, M.B.B. da; ALCÂNTARA, P.B.; MIYASAKA, S. & AMADO, T.J.C. **Adução verde no sul do Brasil**. AS-PTA, 1992, 346p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 4ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J.; CARMELLO, Q.A.C. Potassium leakage test for the evaluation of vigour in soybean seeds. **Seed Science and Technology**, v.25, n.1, p.7-18, 1997.

DIAS, D.C.F.S.; VIEIRA, A.N.; BHÉRING, M.C. Condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de hortaliças: feijão vagem e quiabo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.2, p.408-413, 1998.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.53, n.1, p.31-42, 1996.

FESSEL, S.A.; SILVA, L.J.R.; GALLI, J.A.; SADER, R. Teste de condutividade elétrica para estimar o potencial fisiológico de sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). **Científica**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.27-34, 2005.

HAMPTON, J.G.; TeKRONY, D.M. (Eds.). INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION – ISTA. **Handbook of vigour test methods**. 3rd ed. 117p., 1995.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION – ISTA. **International rules for seed testing**. Zürich, Switzerland, 2003.

LOOMIS, E.L., SMITH, O.E. The effect of artificial ageing on the concentration of Ca, Mg, Mn, K, and Cl in imbibing cabbage seed. **Journal of American society of Horticultural Science**, v.105, n.5, p.647-650, 1980.

LUZ, C.; BAUDET, L.; TROGER, F. COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DIRETOS PARA DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁGUA DE SEMENTES. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 15, n. 2, p. 157-163, 1993

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling na vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999a. cap.3, p.1-24.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999b. cap.1, p.1-21.

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CHAMA, H.M.C.P. Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.12, p.1805-1815, 1990.

MARTINS, C.C.; MARTINELLI-SENEME, A.; CASTRO, M.M.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolos (*Brassica oleracea* L.var. *italica* PLENK). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.2, p.96-101, 2002.

McDONALD, M.B. Improving our understanding of vegetable and flower seed quality. **Seed Technology**, v.20, p.121-124, 1998.

MIGUEL, M.V.C.; MARCOS FILHO, J. Potassium leakage and maize seed physiological potential. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.59, n.2, p.315-319, 2002.

MIRANDA, D.M.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, H.M.C.P.; MARCOS FILHO, J. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de pimentão pelo teste de lixiviação de potássio. **Informativo Abrates**, v.13, n.3, p.275, 2003.

OLIVEIRA, S.R.S. de; NOVENBRE, A.D.L.C. Teste de condutividade elétrica para as sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.27, n.1, p.31-36, 2005.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Evaluation of the physiological potential of tomato seeds by germination and vigor tests. **Seed Technology**, Lansing, v.23, n.2, p.151-161, 2001.

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

RODO, A.B.; MARCOS FILHO, J. Teste de lixiviação de potássio para avaliação rápida do potencial fisiológico de sementes de cebola. **Informativo Abrates**, Londrina, v.11, n.2, p.183, 2001.

- RODO, A.B; TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F.A.; Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.23-28, 1998.
- SIMON, E.W.; RAJA-HARUN, R.M. Leakage during seed imbibition. **Journal of Experimental Botany**, v.23, n.77, p.1076-1085, 1972.
- TAYLOR, A.G.; LEE, S.S; BERESNIEWICZ, M.M.; PAINE, D.H. Amino acid leakage from aged vegetable seeds. **Seed Science and Technology**, v.23, n.1, p.113-122, 1995.
- TORRES, S.B.; CASEIRO, R.F.; RODO, A.B.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor em sementes de maxixe com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.480-483, 1998.
- TORRES, S.B.; MINAMI, K. Qualidade fisiológica de sementes de pimentão. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.1, p.109-112, 2000.
- VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.2, p.7-12, 2003.
- VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.1, p.1-21.
- WOODSTOCK, L.W.; FURMAN, K.; LEFFLER, H.R. Relationship between weathering deterioration and germination, respiratory metabolism, and mineral leaching from cottonseeds. **Crop Science**, v.25, n.3, p.459-466, 1985
- WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A. & MASCARENHAS, H.A.A. I Curso Sobre Adubação Verde no Instituto Agrônomo. Instituto Agrônomo de Campinas. **Documentos IAC**, Campinas, n. 35, 1993. 121p.