



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ - UESPI  
CAMPUS PROFESSOR ALEXANDRE ALVES DE OLIVEIRA  
CURSO DE AGRONOMIA



IGOR MACHADO SIQUEIRA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE  
CROTALÁRIA OCHROLEUCA (*Crotalaria ochroleuca* L.) DURANTE O  
PERÍODO DE QUATRO ANOS DE ARMAZENAMENTO**

**PARNAÍBA - PIAUÍ**

**2015**

IGOR MACHADO SIQUEIRA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE  
CROTALÁRIA OCHROLEUCA (*Crotalaria ochroleuca* L.) DURANTE O  
PERÍODO DE QUATRO ANOS DE ARMAZENAMENTO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Estadual do Piauí - UESPI, *Campus* Professor Alexandre Alves de Oliveira, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria da Conceição Sampaio Alves Teixeira

Coorientador: Eng. Agr., Mauro Sérgio Teodoro

**PARNAÍBA - PIAUÍ**

**2015**

IGOR MACHADO SIQUEIRA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE  
CROTALÁRIA OCHROLEUCA (*Crotalaria ochroleuca* L.) DURANTE O  
PERÍODO DE QUATRO ANOS DE ARMAZENAMENTO**

Data da aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Maria da Conceição Sampaio Alves Teixeira (Orientadora)  
Universidade Estadual do Piauí - UESPI/Parnaíba

---

Eng. Agr., Mauro Sérgio Teodoro (Coorientador)  
Embrapa Meio-Norte/UEP de Parnaíba

---

Prof. Dr. Frank Magno da Costa (Membro)  
Universidade Estadual do Piauí - UESPI/Parnaíba

*Primeiramente a Deus, a quem devo tudo, e aquelas pessoas que me ajudaram diretamente e indiretamente nessa caminhada.*

***Dedico***

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço acima de tudo a Deus, minha fonte de inspiração, por tornar este sonho possível, dando-me força e perseverança para vencer obstáculos.

A minha família, pelo o incentivo nesses cinco anos de carreira acadêmica, em especial aos meus queridos pais Maria de Fátima da Silva Machado e Francisco das Chagas dos Santos Siqueira, por sempre me apoiar em todos os momentos.

À UESPI, *Campus* de Parnaíba, pela cessão do espaço dos laboratórios para a realização dos experimentos e pela a oportunidade de crescimento profissional.

Aos professores que participaram da minha formação acadêmica, transmitindo conhecimentos e experiências profissionais de vida no decorrer do curso.

Aos amigos e companheiros de curso Allan Santos, Girlleno Viana, Jumma Cunha, Luis Ernandes, Marly Carvalho, Michel Monteiro, Naerton Mendes, Neuziane Carvalho, Rayara Lima, Roberta Araújo, Susane de Carvalho e Taline Cunha pela a amizade construída neste longo período que estivemos juntos.

A minha orientadora, Professora Dra. Maria da Conceição Sampaio Alves Teixeira, pelo o apoio e ensinamentos que foram imprescindíveis na elaboração deste trabalho.

Agradeço ao Eng. Agr., Mauro Sérgio Teodoro da EMBRAPA Meio-Norte/UEP - Parnaíba, por disponibilizar as sementes.

Enfim, a todos aqueles que estiveram presentes nessa fase da minha vida e que contribuíram de uma forma ou de outra para a realização desse trabalho.

**Muito obrigado!**

# **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CROTALÁRIA OCHROLEUCA (*Crotalaria ochroleuca* L.) DURANTE O PERÍODO DE QUATRO ANOS DE ARMAZENAMENTO**

Autor: Igor Machado Siqueira

Orientadora: Dra. Maria da Conceição Sampaio Alves Teixeira

## **RESUMO**

A *Crotalaria ochroleuca* L é uma espécie arbustiva pertencente à família Fabaceae. Apresenta crescimento determinado, boa adaptação às condições de solo e clima da região dos cerrados. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes da espécie de *Crotalaria ochroleuca* L acondicionadas em diferentes períodos de armazenamento (2011, 2012, 2013 e 2014). As sementes da referida espécie foram cedidas pela a Embrapa Meio-Norte do município de Parnaíba - PI, onde estiveram armazenadas. O experimento foi conduzido nos meses de novembro e dezembro de 2014. Para a realização dos testes, foram utilizados os laboratórios da Universidade Estadual do Piauí - UESPI, *Campus* de Parnaíba. Para a avaliação da qualidade fisiológica foram desenvolvidos os seguintes testes: Teste Padrão de Germinação (TPG), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA) e Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) de plântulas e Teste de Condutividade Elétrica (CE). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos e quatro repetições. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% e 1% de probabilidade. De acordo com os resultados obtidos, concluiu-se que o período de armazenamento influenciou na germinação e que pelo teste de condutividade elétrica (CE) pôde-se evidenciar que as sementes do lote 4 (2014) foram as que apresentaram a melhor qualidade fisiológica pela menor liberação de íons lixiviados.

**PALAVRAS - CHAVE:** Adubação verde, deterioração de sementes, vigor.

**EVALUATION OF PHYSIOLOGIC QUALITY OF CROTALÁRIA  
OCHROLEUCA SEEDS (*Crotalaria ochroleuca L.*) DURING FOUR YEARS  
OF STORAGE**

Author: Igor Machado Siqueira

Advisor: Dra. Maria da Conceição Sampaio Alves Teixeira

**ABSTRACT**

The *Crotalaria ochroleuca L* is a shrubby specie belonging to Fabaceae family. It shows determined growing, good adaptation to soil and climate of cerrado region. This work aims to evaluate the physiologic quality of seeds of *Crotalária ochroleuca L* packed in different storage periods (2011, 2012, 2013 and 2014). The seeds were given by Embrapa Meio-Norte from Parnaíba - PI, where they have been stored. The experiment was performed during November and December of 2014. For achievement of testing it was used the Laboratory at the State University of Piauí - UESPI, Campus of Parnaíba. For evaluation of physiological quality, it was developed the following tests: germination pattern test (GPT), germination speed index (GSI), fresh mass of area part (FMAP) and dry mass of area part (DMAP) of seedlings and electrical conductivity test (EC). The results were obtained by completely randomized design (CRD) with four treatment and four repetition. The average were compared by Turkey test 5% and 1% of probability. According to results obtained, was concluded that the period of storage influenced in seed germination and by the electrical conductivity test (EC), can show that the seeds of allotment 4 (2014) were those who showed the best physiologic quality, the lower release, by less liberation of ions leachate.

**KEYWORDS:** Green manuring, deterioration seed, force.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Resumo da análise de variância com os coeficientes de variação (CV) da percentagem de Germinação (%G) de Plântulas Normais (PN), Plântulas Anormais (PA), Sementes Mortas (SM) e Sementes Duras (SD), de sementes de Crotalária Ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca* L.). Parnaíba - PI, 2014 ..... 27

**Tabela 2** - Resumo da análise de variância com os coeficientes de variação (CV) da Condutividade Elétrica (CE), Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA) e Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) de plântulas de Crotalária Ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca* L.). Parnaíba - PI, 2014 ..... 28

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Porcentagem de Germinação de sementes de Crotalária Ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca* L.), submetidas a diferentes períodos de armazenamento, Parnaíba/PI, 2014 ..... 29
- Figura 2** - Massa Fresca da Parte Aérea e Massa Seca da Parte Aérea de plântulas de Crotalária Ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca* L.), submetidas a diferentes períodos de armazenamento. Parnaíba/PI, 2014 ..... 32
- Figura 3** - Resultados médios de Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) de sementes de Crotalária Ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca* L.), de acordo com o período de armazenamento. Parnaíba/PI, 2014..... 34

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>12</b>
2.1 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE ( <i>Crotalaria ochroleuca</i> L.) .....	12
2.2 ADUBAÇÃO VERDE .....	13
2.3 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES .....	14
2.4 PERÍODO DE ARMAZENAMENTO .....	15
2.5 DETERIORAÇÃO DE SEMENTES .....	16
2.6 QUALIDADE DE SEMENTES .....	17
2.7 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES .....	17
2.8 TESTE DE GERMINAÇÃO .....	19
2.9 TESTES DE VIGOR. ....	20
2.10 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE). ....	21
2.11 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG) .....	22
2.12 MASSA FRESCA DA PARTE AÉREA (MFPA) E MASSA SECA DA PARTE AÉREA (MSPA) .....	23
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>24</b>
3.1 TESTE PADRÃO DE GERMINAÇÃO (TPG) .....	24
3.2 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG) .....	25
3.3 MASSA FRESCA DA PARTE AÉREA (MFPA) E MASSA SECA DA PARTE AÉREA (MSPA) DAS PLÂNTULAS .....	25
3.4 TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE). ....	25
3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	26
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>5. CONCLUSÕES. ....</b>	<b>36</b>
<b>6. REFERÊNCIAS. ....</b>	<b>37</b>

## 1. INTRODUÇÃO

*Crotalaria* constitui-se em um dos maiores gêneros da família Fabaceae, com cerca de 690 espécies distribuídas em regiões tropicais e subtropicais, principalmente no Hemisfério Sul (GARCIA et al. 2012).

A crotalária oroleuca (*Crotalaria ochroleuca* L.) é uma leguminosa anual de verão. É uma espécie que apresenta sistema radicular agressivo, rústica e com raízes capazes de romper as camadas mais adensadas do solo, podendo ser considerada como planta resistente ao estresse hídrico. Má hospedeira de nematoides que contribui para a diminuição da população destes, destacando *Meloidogyne* spp. e *Pratylenus* spp., por isso é muito utilizada na sucessão da soja em áreas com infestação mista de nematoides. A qualidade da semente desta planta em padrões mínimos de porcentagem de germinação é de 75% e de pureza é de 98%. Apresenta boa produção de biomassa e fixação de nitrogênio, sendo também recomendada para recuperação da capacidade produtiva do solo (PIRAÍ SEMENTES, 2005).

Devido a sua rusticidade, a espécie crotalária ochroleuca é mais indicada para adubação verde, atuando na recuperação de solos agricultáveis degradados, em áreas de expansão em pastagens degradadas de baixa fertilidade, deficiente nos atributos físicos, químicos e biológicos, para torna-los aptos a produção de grãos (PIRAÍ SEMENTES, 2005). A adubação verde pode ser definida como uma alternativa de produção que minimiza os efeitos degradantes sobre o solo, promovendo a cobertura do mesmo, disponibilizando nutrientes e o incremento da capacidade de ciclagem e mobilização de nutrientes lixiviados ou pouco solúveis que estejam nas camadas mais profundas do perfil (CARVALHO, 2007).

O ambiente no campo tem um efeito profundo sobre a qualidade fisiológica das sementes (DELOUCHE, 2002). Dentre os fatores que afetam a qualidade das sementes, está a época da colheita, sendo que, geralmente, aquelas colhidas antes ou após a maturidade fisiológica podem apresentar um menor potencial de armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

No que se refere às condições de armazenamento, a umidade e a temperatura são os fatores que mais afetam a manutenção da qualidade das sementes e a sua condução de forma regular e eficiente refletirá na viabilidade das sementes. Durante o período de armazenamento, a qualidade das sementes não pode ser

melhorada; entretanto, pode ser preservada com a utilização de condições adequadas de umidade e temperatura do ambiente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; FERREIRA; BORGUETTI, 2004).

A qualidade fisiológica de sementes é, rotineiramente, avaliada pelo teste padrão de germinação, que supre as condições favoráveis de umidade e temperatura, permitindo expressar o potencial máximo de produzir plântulas normais (TORRES; MINAMI, 2000). A utilização de sementes de elevado potencial fisiológico é um dos primeiros passos quando se deseja obter uma ótima população de plantas no campo, aliado à rápida e uniforme emergência das plântulas (KIKUTI et al. 2006). Para alcançar um nível tecnológico em relação a sementes e cultivares é necessária a realização de vários testes, que tem sua relação direta com a fisiologia da semente (BARZOTTO et al. 2012).

Diante da importância da qualidade de sementes para o sucesso na produção agrícola, conhecer as condições ideais para um bom desempenho das sementes, torna-se um fator preponderante para avaliar o potencial fisiológico.

Desse modo, o presente trabalho teve por objetivo, avaliar a qualidade fisiológica de sementes de crotalaria ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca* L.), armazenadas em diferentes anos, submetidas ao teste padrão de germinação, ao índice de velocidade de germinação, a pesagem de plântulas e a condutividade elétrica, com o propósito de verificar se o tempo de armazenamento e as condições ambientais influenciaram na viabilidade e no vigor das sementes.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE (*Crotalaria ochroleuca* L.)

O gênero *Crotalaria* L. (Leguminosae-Faboideae), segundo Polhill (1981) e Lewis et al. (2005), está inserido na tribo Crotalarieae (Benth.) Hutch, sendo o único, dentre os 11 gêneros dessa tribo que apresenta representantes nativos no Brasil (FLORES; MIOTTO, 2005).

As espécies do gênero caracterizam-se por apresentar porte herbáceo ou arbustivo; folhas digitado-trifolioladas, unifoliadas ou simples; flores com corola predominantemente amarela; estames em número de 10, monadelfos, formando um tubo aberto por uma fenda, anteras dimorfas e legumes inflados. As espécies são encontradas em diferentes condições ambientais, como áreas próximas a rios, morros litorâneos, restingas, orlas de florestas, campos e cerrados (FLORES; MIOTTO 2005; LEWIS et al. 2005).

A crotalária ochroleuca é uma planta de crescimento arbustivo ereto, que apresenta porte intermediário entre a *C. Juncea* e a *C. Spectabilis*, podendo atingir 1,5 m a 2,0 m de altura. É uma cultivar com época de semeadura de outubro a novembro, com florescimento pleno de 120 a 150 dias. O gasto de semente é de 9 a 12 kg/ha, para semeaduras em linha e a lanço, respectivamente. O espaçamento recomendado para o plantio é de 50 cm (PIRAÍ SEMENTES, 2005).

A espécie foi introduzida na região dos Cerrados, devido à possibilidade de desenvolver-se em solos quimicamente pobres e com baixos teores de matéria orgânica. Apresenta potencial produtivo de 7 a 10 t/ha de matéria seca, podendo atingir valores de até 17 t/ha (AMABILE et al. 2000).

De acordo com Barreto et al. (2011), a crotalária ochroleuca se assemelha a *C. Juncea* quanto ao tipo de caule, por ser ereto semi-lenhoso. A espécie apresenta uma expressiva proporção de caule na composição da biomassa da parte aérea e as folhas são estreitas. De acordo com os mesmos autores, é sujeita ao ataque da lagarta-das-vagens que, dependendo da intensidade, pode chegar a comprometer a produção de sementes.

## 2.2 ADUBAÇÃO VERDE

A adubação verde é uma antiga prática de cultivo e incorporação de plantas, sobretudo de leguminosas, produzidas no local ou não, com a finalidade de preservação ou restauração dos teores de matéria orgânica e de nutrientes dos solos (MIYASAKA, 1984). No Brasil, a adubação verde é conhecida há décadas, com excelentes resultados e nas mais diversas condições de produção (WUTKE, 1993).

As leguminosas podem proteger o solo contra a erosão, na forma de cobertura verde ou cobertura morta, atenuando também os efeitos dos raios solares sobre as oscilações térmicas das camadas superficiais e diminuindo a evapotranspiração. Por atuarem na descompactação e desagregação de camadas adensadas, apresentam um enraizamento bem distribuído horizontalmente e verticalmente, melhoram a estruturação, porosidade e retenção de nutrientes nos solos, promovendo maior fluxo vertical de matéria orgânica adicionada (BUNCH; STAFF, 1985).

A família das leguminosas compõe-se de numerosas espécies que apresentam características diversas quanto ao ciclo vegetativo, produção de fitomassa, porte e ainda uma ampla diversidade de exigências em relação a clima e solo. Por esta razão, na escolha de espécies a serem recomendadas para determinada região, deve-se procurar combinações desses fatores que atendam às exigências locais, dando-se preferência às que produzam maior volume de matéria seca, às menos sujeitas a pragas e doenças e às que possuam sementes relativamente uniformes e fáceis de semear, tanto manualmente como por meio de máquinas (BARRETO et al. 2011).

A principal vantagem da utilização de espécies leguminosas na adubação verde refere-se à possibilidade de redução da quantidade de nitrogênio aplicado na adubação química, pois essas plantas têm a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico, por meio de simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium/Bradyrhizobium* nas raízes, enriquecendo-se o solo com esse macronutriente (WUTKE, 1993).

### 2.3 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES

O armazenamento de sementes visa manter a qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes, onde as sementes são guardadas em recipientes apropriados, após a maturação, para serem usadas no futuro (MEDEIROS, 2001; MEDEIROS; EIRA, 2006).

O conhecimento do comportamento das sementes no armazenamento permite a utilização de condições adequadas para a conservação da viabilidade e vigor após a colheita e a elaboração de programas para a conservação de bancos de germoplasma em longo prazo (DAVIDE et al. 2003).

Dependendo da finalidade das sementes, existe um tipo diferente de armazenamento. Consideram-se até quatro tipos: armazenamento de sementes comerciais, cujo objetivo é o de conservar a viabilidade das sementes por um curto período (da colheita até a sementeira); armazenamento de estoques reguladores, cuja finalidade é preservar a viabilidade da semente (conserva por até três anos); armazenamento de sementes básicas, que tem como objetivo preservar a viabilidade e a identidade genética das sementes (conservadas por um período maior); e o armazenamento de sementes em bancos de germoplasma, preservando a viabilidade e identidade, pelo maior período possível (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Durante o armazenamento, as sementes respiram continuamente, consumindo suas reservas e transformando-as em água, calor e dióxido de carbono, sendo que a perda desses compostos químicos durante o armazenamento deve ser reduzida ao mínimo, implantando-se processos de manuseio de sementes que assegurem a qualidade do produto armazenado, uma vez que a armazenagem adequada das sementes evita perdas quantitativas e qualitativas (PEDROSA et al. 1999). Taxas elevadas de respiração esgotam rapidamente as substâncias de reserva acumuladas na semente, das quais ela depende para promover a germinação e o desenvolvimento inicial da plântula (CARNEIRO; AGUIAR, 1993).

A máxima qualidade da semente é alcançada quando ela atinge a maturidade fisiológica, que é ponto em que apresenta o máximo conteúdo de matéria seca, vigor e germinação (LOPES et al. 2002). A partir deste período, tende a ocorrer

à diminuição da qualidade das sementes através do processo de deterioração (CARNEIRO; AGUIAR, 1993).

Vários são os fatores que contribuem para acelerar a deterioração das sementes durante o armazenamento, entre os quais, destacam-se: a qualidade inicial das sementes, condições de secagem, grau de umidade adequada, umidade relativa do ar e temperatura do ar de armazenamento, ação de fungos e insetos, tipos de embalagens, danos mecânicos e tamanhos das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

## 2.4 PERÍODO DE ARMAZENAMENTO

Lin (1988), estudando o efeito do período de armazenamento na qualidade fisiológica da semente de milho (*Zea mays* L.) sob condições de estocagem de 25°C e 79% de umidade relativa do ar por 92 dias, observou que a germinação e o vigor das sementes decresceram com o aumento do período de armazenamento. As sementes perderam completamente a viabilidade após 92 dias de armazenamento. O vigor das sementes decresceu mais rapidamente do que a viabilidade durante o armazenamento. Assim, o armazenamento prolongado das sementes de milho pode ser prejudicial a sua qualidade, pois inicia um processo degenerativo que leva à perda da sua viabilidade.

Oliveira et al. (1999), armazenaram sementes de milho por período de 18 meses, avaliando a qualidade fisiológica das sementes a cada seis meses, e concluíram que sementes colhidas mecanicamente apresentam alto índice de danos mecânicos e reduções acentuadas no vigor, após 18 meses de armazenamento.

Bülow et al. (1994), realizaram ensaios para testar a longevidade de sementes de *Eugenia calycina* em distintos ambientes de armazenamento e concluíram que as sementes recém-colhidas apresentaram, aproximadamente, 97% de germinação, sendo a viabilidade reduzida rapidamente quando as sementes eram armazenadas em laboratório.

O armazenamento constitui uma etapa na qual se deve procurar reduzir ao máximo a velocidade e a intensidade do processo de deterioração das sementes (KRON; MALAVASI, 2004), por isso, quando colhidas e beneficiadas as sementes

devem ser armazenadas adequadamente, para que sua qualidade seja preservada (CARNEIRO; AGUIAR, 1993).

Quanto maior o período de armazenamento das sementes, maiores os cuidados devem ser tomados quanto à temperatura do ambiente de armazenamento e teor de umidade das sementes (TAKAHASHI et al. 2006).

## **2.5 DETERIORAÇÃO DE SEMENTES**

O processo de deterioração pode ser definido como toda e qualquer transformação degenerativa da semente, podendo ser de origem bioquímica, física, fisiológica ou genética. Constitui-se em um processo contínuo com direção progressiva, em níveis variáveis, rumo à perda de viabilidade e mudanças nas propriedades fisiológicas e bioquímicas. A deterioração pode começar precocemente, quando a semente atinge a maturidade fisiológica, e continuar até a morte da semente, sendo a perda da capacidade germinativa uma das manifestações finais do processo deteriorativo (JURACH, 2004).

Toda e qualquer semente armazenada sofre deterioração que pode ser mais rápida ou mais lenta, dependendo das características ambientais e das características da própria semente. Geralmente, a redução da luminosidade, da temperatura e da umidade de ambos, sementes e ambiente, faz com que seu metabolismo seja reduzido e que os microrganismos que as deterioram fiquem fora de ação, aumentando sua longevidade (VIEIRA et al. 2002).

De acordo com Delouche (2002), a deterioração das sementes pode ser vista como um complexo de mudanças que ocorrem com o passar do tempo, causando prejuízo às funções vitais, resultando na diminuição do desempenho das sementes. A deterioração é irreversível, sendo mínima por ocasião da maturidade. A deterioração das sementes não pode ser evitada, mas o grau de prejuízo pode ser controlado (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1997).

## **2.6 QUALIDADE DE SEMENTES**

Conforme Popinigis (1985), a qualidade da semente é definida como uma série de atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que interferem na capacidade do lote de originar uma lavoura uniforme constituída de plantas vigorosas e representativas da cultivar, livre de plantas invasoras ou indesejáveis.

O uso de sementes de alta qualidade é um dos pré-requisitos fundamentais para se conseguir maior produtividade na lavoura. A qualidade fisiológica das sementes é influenciada pelas características genéticas herdadas de seus progenitores, além da germinação e vigor, sendo estes fatores afetados pelas condições ambientais, métodos de colheita, secagem, processamento, tratamento, armazenamento e embalagem (ANDRADE et al. 2001).

De acordo com Hampton (2002) os efeitos da qualidade de sementes sobre o estabelecimento do estande, o desenvolvimento das plantas e a produção final, exercem profunda influência na produção econômica de várias espécies. A qualidade de sementes pode ser expressa pela interação de quatro componentes: genético, físico, sanitário e fisiológico.

De acordo com Vieira et al. (1993), o componente físico e fisiológico pode ser influenciado pelo ambiente em que as sementes se formam. Portanto, deve-se considerar a germinação e o vigor, procurando-se obter sementes com maior potencial fisiológico, em função de tratamentos culturais aplicados (CRUSCIOL et al. 2003). Logo, torna-se importante a utilização de sementes de alta qualidade fisiológica buscando assegurar não só a obtenção de uma emergência satisfatória como também de plântulas vigorosas obtendo, por conseguinte, melhores produtividades (MARTINS, 2011).

## **2.7 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES**

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes é fundamental para os diversos segmentos que compõem um sistema de produção, pois a descoberta dos efeitos dos fatores que possam afetar a qualidade dessas sementes depende diretamente da eficiência dos métodos utilizados para determiná-la (MARCOS FILHO et al. 1987). As alterações na qualidade das sementes têm como

consequências finais a redução na capacidade germinativa, entretanto, transformações degenerativas mais sutis, não avaliadas pelo teste de germinação, exercem grande influência no potencial de desempenho, com reflexos na emergência das plântulas no campo, no crescimento e na produtividade das plantas (SPINOLA et al. 2000). Assim, os testes de vigor são parâmetros fundamentais para detectar essas informações e, conseqüentemente, úteis na escolha da semente a ser utilizada (VANZOLINI; NAKAGAWA, 1998).

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes é realizada em laboratórios, principalmente pelo teste de germinação; no entanto, este é conduzido em condições favoráveis de temperatura, umidade e de luz, permitindo ao lote expressar o seu potencial máximo, sendo, portanto, pouco eficiente para indicar o desempenho no campo, onde as condições ambientais nem sempre são ideais. A queda do vigor precede à da germinação, de modo que lotes com germinação semelhantes podem diferir quanto ao nível de deterioração e, portanto, ao vigor e ao potencial de desempenho em campo e armazenamento (MARCOS FILHO, 1999).

De acordo com MARTINS (2011), no processo de produção de sementes, a análise da qualidade fisiológica é realizada com dois objetivos principais: atender às exigências para a comercialização das sementes e controle de qualidade da produção. Nas Regras para Análise de Sementes (RAS) estão indicados os procedimentos padrões para a obtenção de amostras e para a execução dos testes de pureza física, o exame de sementes nocivas, de germinação, de determinação do grau de umidade, de sanidade de sementes e outros, além das tolerâncias. As sementes são mantidas em unidades denominadas lotes. Como toda análise é realizada em uma amostra, sua obtenção é fundamental para que os resultados possam, efetivamente, indicar a qualidade do lote de sementes. Assim, além dos procedimentos gerais, é necessário seguir as indicações das RAS com relação aos equipamentos, a frequência e intensidade da amostragem, a homogeneização, o peso das amostras, a embalagem e a identificação.

## 2.8 TESTE DE GERMINAÇÃO

A germinação de sementes em teste de laboratório consiste em fornecer condições que favoreçam a emergência e o desenvolvimento de estruturas essenciais do embrião, demonstrando aptidão para produzir uma planta normal, sob condições favoráveis de campo (BRASIL, 1992). O tal teste é considerado a principal variável utilizada para a determinação da qualidade fisiológica das sementes e permite conhecer o potencial germinativo de um lote em condições de ambiente favorável (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Para que ocorra germinação são necessários processos fisiológicos que envolvem a embebição da semente, finalizando com a expansão da radícula e a emergência de plântulas. A embebição é dividida em três fases que, segundo Cardoso (2004) são: fase I - entrada de água e expansão da membrana com alterações de permeabilidade; fase II - nesta ocorre à estabilização da permeabilidade e ativação dos mecanismos necessários ao início do crescimento do embrião; fase III - início do crescimento embrionário e a retomada da absorção de água.

O sucesso da germinação envolve diferentes fatores. Perez e Moraes (1991) descrevem que a embebição de água pelas sementes ocorre pela dependência de temperatura, bem como da disponibilidade de água e a capacidade de retenção da água do substrato pela semente que determinara o sucesso da germinação. No entanto, o excesso de umidade, em geral, provoca decréscimo na germinação, visto que impede a penetração do oxigênio e reduz todo o processo metabólico resultante.

De acordo com Nakagawa (1994), o teste de crescimento da plântula indica que as amostras que apresentam maiores valores de comprimento médio de plântulas normais ou das partes destas, são consideradas mais vigorosas. As sementes vigorosas originam plântulas com maior taxa de crescimento, em função de apresentarem maior capacidade de transformação e de reservas dos tecidos de armazenamento e da maior incorporação destas pelo eixo embrionário (GARCIA; VIEIRA, 1994).

Diversas abordagens sobre o processo germinativo são relatadas, envolvendo critérios morfológicos, fisiológicos ou bioquímicos. De acordo com Bewley e Black (1994), as principais etapas na germinação correspondem à

reativação (embebição), indução do crescimento (fase de repouso) e crescimento (protusão da raiz primária).

Para o teste de germinação padrão são realizadas duas contagens, a primeira e a final. Desse modo a primeira contagem da germinação baseia-se no princípio de que as amostras que apresentarem maior percentagem de plântulas normais, nesse período, são as mais vigorosas, conforme as RAS (BRASIL, 2009).

Alguns trabalhos tem mostrado que com frequência lotes de sementes apresentando germinação semelhante exibem comportamento distinto em campo e/ou armazenamento. Estas diferenças de desempenho desses lotes podem ser devido ao fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos associados à deterioração normalmente ocorrem antes que se observe o declínio na capacidade germinativa (MEDINA; MARCOS FILHO, 1990; TOLEDO; MARCOS FILHO, 1997).

Por esse motivo, pesquisadores tem buscado desenvolver metodologias com sensibilidade suficiente para estimar com maior precisão a qualidade das sementes, conseguindo detectar a deterioração das sementes, antes que as mesmas apresentem declínio na germinação. Essas metodologias são conhecidas como teste de vigor, os quais apresentam como principal desafio a identificação de parâmetros adequados, comuns à deterioração das sementes, de modo que, quanto mais distante da perda da capacidade de germinação, mais promissor será o teste, fornecendo informações complementares àquelas obtidas pelo teste de germinação (AOSA, 1983; MEDINA; MARCOS FILHO, 1990).

## **2.9 TESTES DE VIGOR**

Segundo definição da Aosa (1983), o vigor das sementes compreende aquelas propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme, e para o desenvolvimento de plântulas normais sob ampla faixa de condições ambientais. A viabilidade é medida, principalmente, pelo teste padrão de germinação, que determina a máxima germinação da semente, nas condições mais favoráveis possíveis.

McDonald (1975), classificou de uma forma mais completa e precisa os diferentes testes de vigor:

- Testes Físicos: avaliam aspectos morfológico-físicos das sementes. Ex: Densidade, peso unitário e tamanho das sementes;
- Testes Fisiológicos: determinam a atividade fisiológica específica. Ex: Crescimento de plântula e primeira contagem de germinação;
- Testes Bioquímicos: analisam modificações bioquímicas. Ex: Teste de tetrazólio e condutividade elétrica;
- Testes de Resistência: avaliam o desempenho de sementes submetidas a estresses. Ex: Teste de frio e de envelhecimento acelerado.

O vigor das sementes não pode ser diretamente determinado (como pode ser a germinação), com resultados expressos em termos absolutos, tais como percentagem de vigor. Não há uma escala absoluta para este parâmetro, contudo, o vigor das sementes é um componente de qualidade tão importante que cientistas tem direcionado as pesquisas para testes de laboratórios rápidos e simples, que sejam capazes de fornecer uma indicação do vigor das sementes (FRANÇA et al. 2011).

O objetivo básico dos testes de vigor é a identificação de diferenças significativas na qualidade fisiológica de lotes com germinação semelhante. Existem também, testes dirigidos à avaliação do comportamento das sementes, quando submetidas a condições específicas de ambiente, geralmente, estresses (FERREIRA et al. 2008).

## **2.10 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA**

O teste de condutividade elétrica é baseado no grau de estruturação das membranas celulares das sementes, percebido na determinação da quantidade de íons lixiviados em uma solução de embebição. As sementes são colocadas para embeber em um volume de água destilada, previamente determinado, sob temperatura controlada, durante período pré-estabelecido. As sementes que apresentam potencial fisiológico inferior liberam maior quantidade de íons lixiviados, como consequência da falta de resistência e seletividade das membranas. A avaliação se processa a partir da concentração de íons na solução de embebição (MARCOS FILHO, 2005).

O valor da condutividade elétrica está, por sua vez, diretamente relacionado à integridade das membranas celulares, tendo, assim, sido proposto como um parâmetro de avaliação do vigor de sementes (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

O teste apresenta uma série de características interessantes para uso na estimativa do vigor de sementes entre diferentes lotes, como a rapidez, objetividade, baixo custo e possui base teórica consistente, sendo capaz de identificar a deterioração das sementes em seu estado inicial (AOSA, 1983; HAMPTON; TEKRONY, 1995).

Este teste tem seus resultados influenciados por uma série de fatores, dentre os quais pode-se destacar o teor de água inicial das sementes, o período e a temperatura de embebição, o tamanho da semente, os genótipos dentro da mesma espécie, a idade e a coloração da semente (TAO, 1978; AOSA, 1983; LOEFFLER ET AL., 1988; MARCOS FILHO ET AL. 1990).

## **2.11 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG)**

Teste baseado no princípio de que lotes de sementes que possuem maior velocidade de germinação são mais vigorosos. Por isso através deste teste determina-se o vigor avaliando a velocidade da germinação das sementes. A realização deste teste poderá ser feita em conjunto com o teste de germinação, obedecendo às prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

As avaliações das plântulas são realizadas diariamente, à mesma hora, a partir do dia em que surgem as primeiras plântulas normais (NAKAGAWA, 1994). O último dia de contagem para este teste é o mesmo prescrito pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), para o teste padrão de germinação.

Segundo Silva e Nakagawa (1995), as fórmulas utilizadas para este teste são as seguintes: Fórmula de Kotowski, fórmula de Edmond & Drapala e fórmula de Maguire. Segundo a metodologia proposta por Maguire (1962), o cálculo do IVG pode ser expresso por:

$$IVG = G1/T1 + G2/T2 + \dots + Gi/Ti$$

Em que, IVG é o índice de velocidade de germinação; G1 até Gi é o número de plântulas germinadas ocorridas a cada dia; T1 até Ti é o número de dias após a implantação do teste. Quanto maior o índice utilizado, maior será a velocidade de germinação das sementes. Esta fórmula tem sido bastante empregada, como em Oliveira et al. (2008) e Lopes et al. (2013), que usaram-na para sementes de maracujá.; Bhering et al. (2004) para sementes de melão e Santos et al. (2012) para sementes de melancia.

## **2.12 MASSA FRESCA DA PARTE AÉREA (MFPA) E MASSA SECA DA PARTE AÉREA (MSPA)**

Seguindo a metodologia recomendada para a obtenção do peso da massa seca da plântula, quanto maior o peso médio da matéria verde da parte aérea da plântula, mais vigorosos são os lotes de sementes. Sua instalação pode ser tanto semelhante ao teste para avaliação da porcentagem de emergência de plântulas, em laboratórios.

De acordo com AMATO (2006), a determinação do peso de massa seca da plântula é uma maneira de avaliar o crescimento da planta, onde se consegue determinar, com certa precisão, a transferência de matéria seca dos tecidos de reserva para o eixo embrionário. As sementes mais vigorosas proporcionam maior transferência de matéria seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário na fase de germinação, originando plântulas com maior peso, em função do maior acúmulo de matéria.

Para esta determinação, as amostras que apresentam maiores pesos médios de matéria seca de plântulas normais são consideradas mais vigorosas. As sementes vigorosas proporcionam maior transferência de massa seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário, na fase de germinação, originando plântulas com maior peso, em função do maior acúmulo de matéria (NAKAGAWA, 1999).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido durante o período compreendido entre novembro e dezembro de 2014, nos Laboratórios da Universidade Estadual do Piauí - UESPI, *Campus* de Parnaíba - PI. Foram utilizadas sementes de *C. ochroleuca* L., produzidas pela Embrapa Meio-Norte/UEP de Parnaíba e armazenadas em garrafas do tipo PET por períodos distintos (correspondente aos anos de 2011, 2012, 2013 e 2014), e sob condições de temperatura e umidade relativa do ar não controlada.

Situada no km 35, a 20 km da cidade de Parnaíba - PI (02°54' S; 41°47' W e 46 m de altitude), a Embrapa Meio-Norte/UEP Parnaíba, é uma unidade descentralizada sendo classificada como unidade de pesquisa corregional. Segundo a classificação climática de Köppen, a região de Parnaíba apresenta um clima do tipo AW', tropical chuvoso, com umidade relativa do ar em torno de 75% e precipitação média de aproximadamente 725 mm, com uma temperatura média de 27,8°C.

As sementes utilizadas encontravam-se armazenadas em quatro garrafas plásticas do tipo PET, etiquetadas conforme os seus anos de origem e sob condições de temperatura e umidade relativa do ar não controlada. Para analisar a qualidade fisiológica das sementes foram avaliados os seguintes parâmetros: Teste Padrão de Germinação (TPG), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA) e Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) de plântulas, e Condutividade Elétrica (CE).

#### 3.1 TESTE PADRÃO DE GERMINAÇÃO (TPG)

O teste padrão de germinação foi realizado de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Utilizou-se quatro tratamentos conforme o período de armazenamento das sementes (2011, 2012, 2013 e 2014) e quatro repetições, com quatro sub-amostras de 50 sementes por repetição. Como substrato para a sementeira utilizou-se papel germitest umedecido com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato. As sementes foram colocadas sobre duas folhas de papel germitest e recobertas com outra folha do mesmo papel,

formando-se rolos e etiquetadas com o número do respectivo tratamento e repetição. Cada rolo com sementes foi considerado como uma sub-amostra, sendo posteriormente colocadas em bandejas de plástico. Os rolos foram levados para câmara de germinação tipo B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*), com fotoperíodo 16h luz/8h escuro, regulados a temperatura de 25°C e mantidos por sete dias. A avaliação constou de duas contagens, sendo as mesmas realizadas no quinto e sétimo dia, respectivamente, computando-se as porcentagens de plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), porcentagens de sementes mortas (SM) e sementes duras (SD), de acordo com as definições da RAS (BRASIL, 1992).

### **3.2 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG)**

O teste de IVG foi obtido segundo a fórmula proposta por MAGUIRE (1962) e conduzido juntamente ao teste de germinação. As avaliações das plântulas foram realizadas diariamente, à mesma hora, contando-se o número de plântulas emergidas por dia, até o momento da última contagem.

### **3.3 MASSA FRESCA DA PARTE AÉREA (MFPA) E MASSA SECA DA PARTE AÉREA (MSPA) DAS PLÂNTULAS**

A massa fresca da parte aérea (MFPA) foi determinada utilizando-se plântulas normais e anormais, obtidas a partir dos testes de germinação, excluindo destas os cotilédones. Cada repetição foi pesada em balança analítica e os resultados expressos em gramas. Após a pesagem, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para secar em estufa, mantida à temperatura de 65°C, permanecendo por 48 horas até atingir peso constante. Em seguida, foi realizada a pesagem, obtendo-se a massa seca da parte aérea (MSPA) e os resultados expressos em gramas.

### **3.4 TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE)**

Foram utilizadas quatro repetições, com oito sub-amostras de 25 sementes por tratamento, colocadas para embeber em copos plásticos (150 mL)

contendo 75 mL de água destilada e mantidas a 25°C por 24 horas. Decorrido o período de embebição, foi realizada a leitura da condutividade elétrica correspondente a cada repetição por tratamento, utilizando-se um condutivímetro de bancada marca Quimis e os dados obtidos para cada lote foram expressos em  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$  de sementes.

### **3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS**

No trabalho foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC). As médias foram comparadas por meio do teste de Tukey a 5% e 1% de probabilidade. Os dados foram analisados seguindo os procedimentos estatísticos do software ASSISTAT versão 7.7 beta (2014).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontra-se o resumo da análise de variância para as variáveis percentagens de germinação (G) de Plântulas Normais (PN), Plântulas Anormais (PA), Sementes Mortas (SM) e Sementes Duras (SD) de crotalária ochroleuca. Os resultados demonstraram efeitos significativos para as plântulas normais, plântulas anormais, sementes mortas e sementes duras ao nível de 1% de probabilidade.

**Tabela 1** - Resumo da Análise de variância com os coeficientes de variação (CV) da percentagem de Germinação (%G) de Plântulas Normais (%PN), Plântulas Anormais (%PA), Sementes Mortas (%SM) e Sementes Duras (%SD), de Crotalária Ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca* L). Parnaíba - PI, 2014.

Fontes de Variação	GL	%PN	%PA	%SM	SD
Tratamentos	3	379,50000**	243,16667**	11,16667**	389,83333**
Resíduo	12	6,45833	4,87500	0,87500	10,95833
CV (%)	15	7,26	16,36	37,42	19,19

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

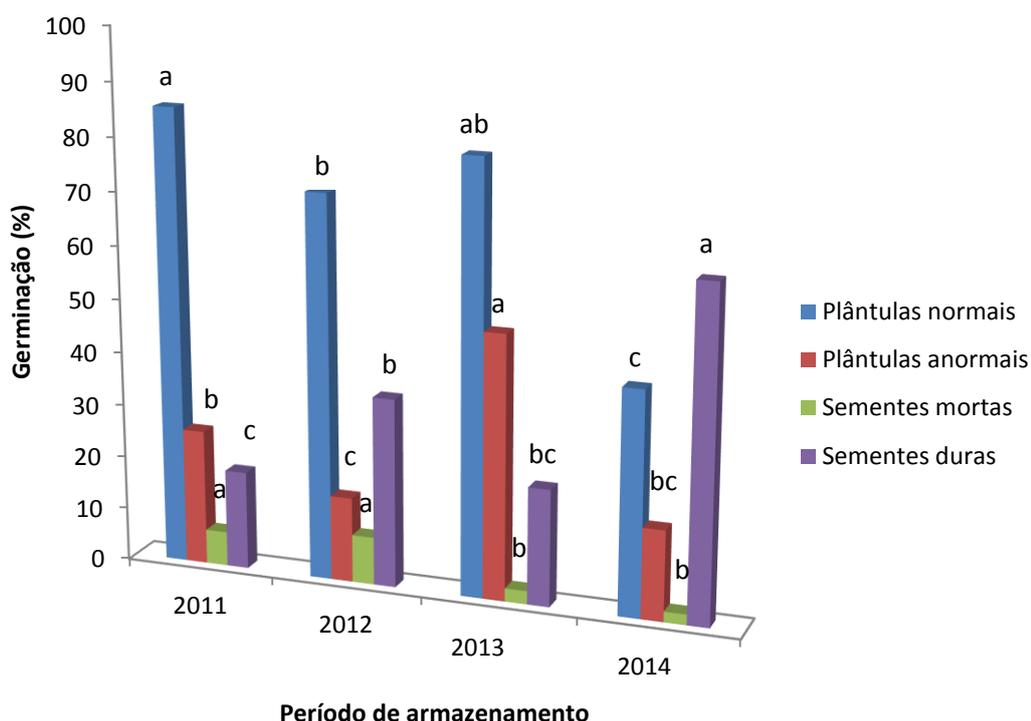
Observa-se na Tabela 2, o resumo da análise de variância para as características de vigor: Condutividade Elétrica (CE), Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA) e Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) de crotalária ochroleuca. Todas as variáveis testadas diferiram entre si ao nível de 1% de probabilidade.

**Tabela 2** - Resumo da análise de variância com os coeficientes de variação (CV) da Condutividade Elétrica (CE), Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA) e Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) de plântulas de Crotalária Ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca* L.). Parnaíba - PI, 2014.

Fontes de Variação	GL	CE	MFPA (g)	MSPA (g)
Tratamentos	3	181,30729**	0,74962**	0,05091**
Resíduo	12	2,91146	0,00780	0,00154
CV (%)	15	6,92	11,03	14,80

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

Nas análises feitas em laboratório, verificou-se que a germinação em papel germitest, a massa fresca e seca das plântulas e o teste de condutividade elétrica, diferiram significativamente entre os anos avaliados. As médias para os parâmetros analisados encontram-se respectivamente, na Figura 1, Figura 2 e Figura 3, onde se tem o comportamento das sementes conforme os seus anos de origem.



**Figura 1** - Porcentagem de germinação de sementes de *Crotalaria Ochroleuca* (*Crotalaria ochroleuca* L.), submetidas a diferentes períodos de armazenamento, Parnaíba/PI, 2014. Médias seguidas de mesma letra, em cada teste, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de tukey a 1%.

De acordo com os dados referentes à germinação na Figura 1, observa-se que houve diferenças significativas para a germinação de plântulas normais referentes aos anos de 2011 (85,5%), 2012 (72%), 2013 (80,5%) e 2014 (42%), mantidas em ambiente natural. Os resultados indicam semelhanças nas porcentagens de plântulas normais nos lotes de sementes de 2011, 2012 e 2013, sobressaindo-se em comparação às de 2014. O lote de sementes de 2014 obteve um decréscimo na porcentagem de germinação.

Com relação à porcentagem de plântulas anormais, observou-se que houve diferenças estatísticas significativas para o período de armazenamento de 2013 (49,5%) em relação aos demais tratamentos. Verifica-se o mesmo para o percentual de sementes duras armazenadas durante o período de 2014 (62%). Os resultados para as sementes mortas oscilaram de 2% a 9%, com os lotes de sementes correspondentes aos anos de 2011 e 2012 apresentando porcentagens superiores de sementes mortas, não diferindo estatisticamente entre si, provavelmente em razão de problemas de temperatura e umidade que podem ter ocorrido durante o armazenamento, contribuindo para o processo de deterioração das sementes.

Ao final do teste de germinação, para os quatro tratamentos, o percentual médio de plântulas normais foi de 70%, o que demonstra o potencial de germinação e armazenamento que as sementes de *C. ochroleuca* apresentaram sob tais condições de armazenamento. As sementes dos anos de 2011, 2012 e 2013, mostraram-se com boa capacidade de produzir um número considerável de plântulas normais e maior viabilidade, quando submetidas à temperatura de 25°C câmara de germinação tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.), com fotoperíodo 16h luz/8h escuro.

De acordo com TOLEDO et al. (2009), a diminuição na porcentagem de germinação, o aumento de plântulas anormais e a redução do vigor das plântulas indicam os efeitos sobre a qualidade das sementes. Essas características indicam a perda da capacidade das sementes em desempenhar suas funções vitais.

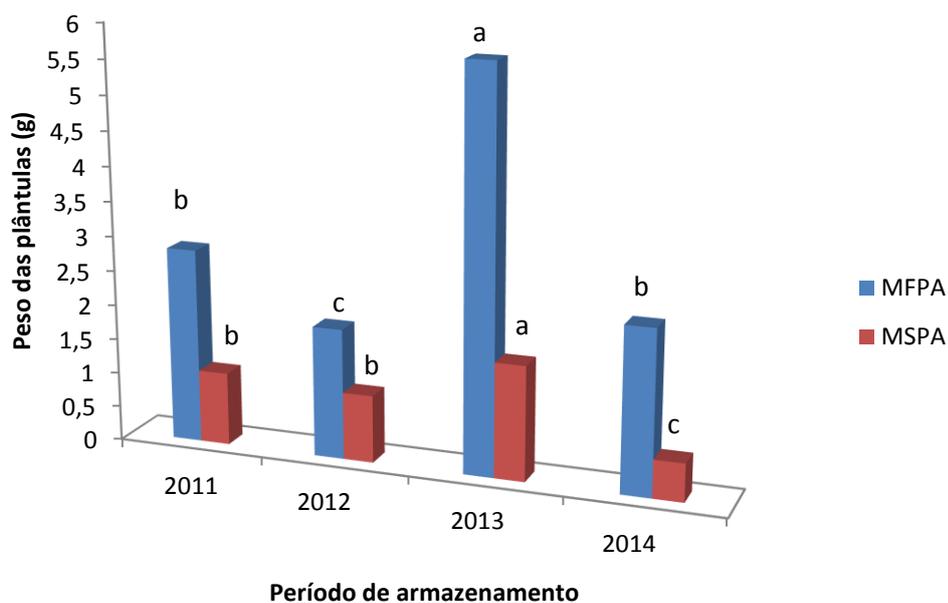
A diminuição da germinação, sob condições de temperatura e umidade relativa do ar não controlada, também foi verificada por Andrade et al. (1994) utilizando sementes de 18 cultivares de sorgo, onde detectaram uma queda bastante acentuada na germinação dessas sementes após 15 meses de armazenamento, reforçando a importância do controle da temperatura e da umidade relativa do ar para uma maior conservação do potencial de armazenamento das sementes de sorgo.

Sob as mesmas condições deste ensaio, Camargo et. al (2000) constataram que em sementes de eucalipto, a taxa de germinação decresceu com o aumento do tempo de armazenamento das sementes. Gomes (1992), utilizando diferentes embalagens e condições de armazenamento para sementes de algodão, verificou após 12 meses de armazenamento que independentemente das condições estudadas, a germinação das sementes decresceu significativamente.

Sementes recém-colhidas de três cultivares de papoula (*Papaver orientale* Linn), foram armazenadas em condições ambientais por 18 meses, observou que a germinação também foi reduzida durante o armazenamento (VERMA et al., 1996). As espécies *Kielmeyera coriaca* e *Mikanea* spp perderam totalmente sua capacidade germinativa, quando armazenadas por um período de 18 meses, numa umidade relativa de 70%, a temperatura de 20°C, já as espécies *Libertia edulis* e *Himatantusoboata* apresentaram pequenos decréscimos na taxa germinativa (ALBURQUERQUE et al., 2002).

Delouche e Baskin (1973), citados por Marcos Filho (2005), afirmam que a menor velocidade de germinação, assim como a redução do potencial de conservação durante o armazenamento, redução das atividades respiratórias e biossintéticas, a perda do poder germinativo e a degradação das membranas celulares, são indicativos da ocorrência dos processos deteriorativos das sementes.

Pela segunda contagem de germinação realizada no sétimo dia e pelo o índice de velocidade de germinação, observou-se que os lotes de sementes referentes aos anos de 2011, 2012 e 2013, tiveram uma germinação satisfatória sob tais condições, demonstrando boa viabilidade, onde terão provavelmente maiores possibilidades de emergir e produzir plantas normais em condições adversas de campo. Porém, as sementes do lote de 2014, não tiveram uma germinação satisfatória, apresentando uma menor velocidade de germinação.



**Figura 2** - Massa Fresca da Parte Aérea e Massa Seca da Parte Aérea de plântulas de *Crotalaria Ochroleuca* (*Crotalaria ochroleuca* L.), submetidas a diferentes períodos de armazenamento. Parnaíba/PI, 2014. Médias seguidas de mesma letra, em cada teste, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de tukey a 1%.

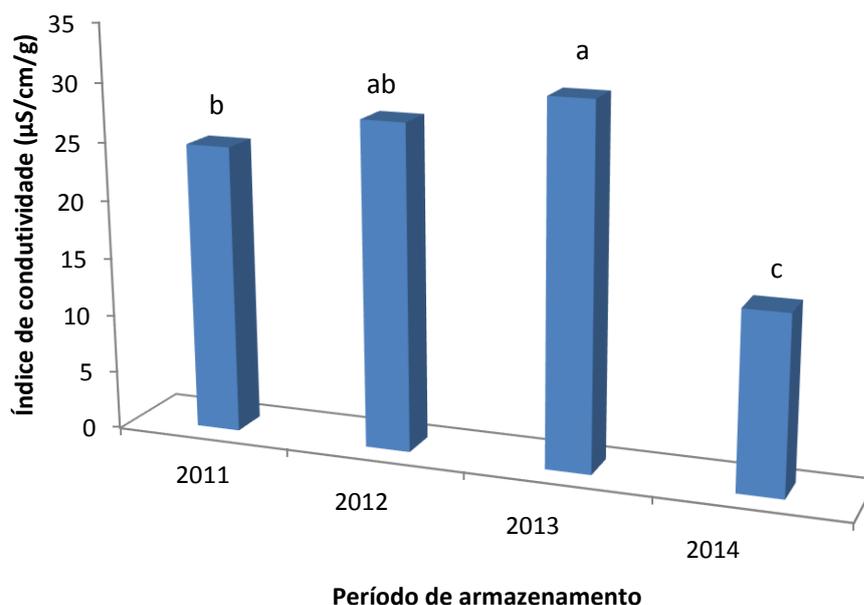
Os resultados observados na Figura 2 indicam que houve diferenças significativas para o parâmetro massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) das plântulas entre os tratamentos para o período estudado. As médias obtidas para os tratamentos oscilaram entre 1,8 g e 5,7 g para a massa fresca e entre 0,5 g e 1,65 g para a massa seca.

As menores médias de massa fresca e massa seca foram obtidas pelos os tratamentos relativos aos anos de 2012 (2,8 g e 0,9 g) e 2014 (2,3 g e 0,5 g), que diferiram entre si. As maiores médias para os mesmos parâmetros foram obtidas pelo os tratamentos de 2011 (2,8 g e 1,0 g) e 2013 (5,7 g e 1,6 g), que também diferiram estaticamente entre si.

Pereira (2001), trabalhando com sete leguminosas diferentes, observou que o feijão-de-porco apresentou o melhor rendimento de massa seca da parte aérea. Essa espécie também se destacou nos trabalhos conduzidos por De-Polli e Chada (1989) e Favero et al. (2001). Neste último, o feijão-de-porco foi uma das leguminosas com maior produtividade média de matéria seca da parte aérea.

Para Fernandes et al. (2007) as controvérsias sobre os resultados a respeito da produção de massa seca de diferentes espécies vegetais, estão relacionadas, possivelmente, às condições ambientais em que tais experiências foram realizadas. Além das condições ambientais, a densidade de semeadura também pode afetar a produtividade de fitomassa das leguminosas. Segundo Fernandes et al. (1999), a produtividade de matéria seca de parte aérea do feijão-de-porco decresce com o incremento da densidade populacional dessa leguminosa.

De acordo com Popinigis (1985), o armazenamento de sementes sob condições de ambiente natural podem apresentar comportamento variável em função das condições climáticas a que o ambiente está sujeito, refletindo-se em diversas características agronômicas, tais como altura, crescimento de raízes e produção de grãos. Azevedo et al. (2003), Guedes et al. (2010) associam o armazenamento à qualidade das sementes, enquanto Bonner (2008) o que pode explicar as diferenças encontradas para os parâmetros em nosso estudo com relação a MFPA e MSPA.



**Figura 3** - Resultados médios de Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) de sementes de *Crotalaria Ochroleuca* (*Crotalaria ochroleuca* L.), de acordo com o período de armazenamento. Parnaíba/PI, 2014. Médias seguidas de mesma letra, em cada teste, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de tukey a 1%.

Na figura 3, para a condutividade elétrica, observa-se um efeito significativo com relação ao período de armazenamento, onde é possível observar um aumento e um decréscimo nos resultados obtidos.

Após o período de 24 horas de embebição, verificaram-se maiores médias de condutividade elétrica para as amostras referentes aos anos de 2011 (24,7  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ), 2012 (27,8  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) e 2013 (30,7  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ), sendo a menor média observada para o tratamento referente ao ano de 2014 (15,2  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ). Desse modo, baixa condutividade significa alta qualidade da semente e alta condutividade, ou seja, maior saída de íons lixiviados da semente sugere o menor vigor desta (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

Segundo Ferreira et al. (2008), a maior quantidade de íons lixiviados ocorre em função das perdas da integridade das membranas celulares, células danificadas, membranas mal estruturadas, perda de constituintes celulares, com menor capacidade reparação aos danos causados à semente, além de uma lentidão na reestruturação das membranas durante a embebição.

Diversos autores utilizam a condutividade elétrica como parâmetro qualitativo de grãos. A condutividade elétrica foi utilizada por KRITTIGAMAS et al. (2001) como na determinação do vigor em soja armazenada. Os autores observaram

aumento significativo deste parâmetro e, conseqüentemente, perda de vigor dos grãos ao longo de 180 dias. KRISHNAN et al. (2004) estudou as características termodinâmicas da soja durante o armazenamento sob condições de envelhecimento acelerado, e também verificaram valores médios maiores de condutividade elétrica da solução que continha os grãos à medida que se utilizavam temperaturas mais elevadas ao longo do período de armazenamento. A influência da interação teor de água, temperatura e período de armazenamento na qualidade da soja foi analisada por YAJA et al. (2005). Os autores armazenaram soja com três diferentes teores de água e obtiveram acréscimo significativo da condutividade elétrica que continham os grãos de soja após 120 dias.

De acordo com os dados obtidos em laboratório, dos testes de germinação e de condutividade elétrica, concluiu-se que as sementes dos anos de 2011, 2012 e 2013 apresentaram boa viabilidade, demonstrando por sua vez, baixo vigor. Ao contrário das sementes do ano de 2014, que apresentaram baixa viabilidade e elevado vigor. Essa discrepância de resultados pode ser explicada pela relação existente entre germinação e vigor durante a deterioração de sementes defendida por Delouche; Caldwell (1960), citada por Marcos Filho (2005), onde é representada a existência de uma diferença crescente entre germinação e vigor, a medida que progride a deterioração, resultando em amplas variações de vigor em um lote com germinação elevada e na queda mais rápida do vigor durante a deterioração.

## 5. CONCLUSÕES

- A germinação das sementes de *Crotalaria Ochroleuca* decresceu ao longo do período de armazenamento;
- As sementes oriundas dos lotes 1 (2011), lote 2 (2012) e lote 3 (2013), mostraram-se com boa capacidade de produzir plântulas normais;
- As sementes do lote 4 (2014) não tiveram uma germinação satisfatória, no entanto, observou-se um crescimento lento no número de sementes germinadas durante os sete dias de análise;
- As sementes do lote 4 (2014) foram a de melhor qualidade fisiológica, por apresentarem a menor quantidade de íons lixiviados liberados pelo o teste de condutividade elétrica (CE).

## 6. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M.C. de F.; COELHO, M. de F. B.; ALBRECHT, J. M. F. Germinação de sementes de espécies medicinais do cerrado. Ln: I Seminário Matogrossense de Etnobiologia e Etnoecologia e II Semana Centro-Oeste de Plantas Mediciniais, 2002, Cuiabá. Palestras.

AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos cerrados. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.1, p.47-54, 2000.

AMATO, A. L. P. et al. Estabelecimento de condições de luz e temperatura para germinação de sementes de amendoim forrageiro. **Revista brasileira de sementes**, Pelotas, v. 29, n. 3, 2006.

ANDRADE, R. V. de; AZEVEDO, J. T. de; BORBA, C. S.; OLIVEIRA, A. C. da. Testes de vigor em sementes de sorgo para predizer o armazenamento. **12 Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 16, n. 1, p. 102-106, 1994.

ANDRADE, R. V.; AUZZA, S. A. Z.; ANDREOLI, C.; NETTO, D. A. M.; OLIVEIRA, A. C. (2001) Qualidade fisiológica das sementes de milho híbrido simples HS 200 em relação ao tamanho. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 25 (3): 576 - 582.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA. Seed vigor testing handbook. AOSA, 1983. 93p.

AZEVEDO, M. R. Q. A.; GOUVEIA, J. P. G.; TROVÃO, D. M. M.; QUEIROGA, V. P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de

sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 519-524, 2003.

BARRETO, A.C. Recomendações técnicas para o uso da adubação verde em solos de tabuleiros costeiros. Aracaju, SE, 2011. Embrapa Tabuleiros Costeiros.

BARZOTTO, F. et al. Resposta de cultivares de soja à germinação sob temperaturas sub ótimas. Rio Grande do Sul, 2012.

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

BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F. S.; TOKUHISA, D.; DIAS, L. A. S. (2004) Avaliação do vigor de sementes de melão pelo teste de deterioração controlada. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 26 (1): 125-129.

BONNER, F. T. Storage of seeds. In: BONNER, F. T.; KARRFALT, R. P. (Ed.). **The woody plant seed manual**. Washington, DC, U.S.: Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook 727, p. 85-95, 2008.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 395 p.

BÜLOW, J. F. W.; CARMONA, R.; PARENTE, T. V. Armazenamento e tratamento de sementes de pitanga-vermelha-do-cerrado (*Eugenia calycina*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, p. 961-970, 1994.

BUNCH, R.; STAFF, E. **Green manure crops**. North Fort Myers: Echo Technical Note, 1985, 11p.

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

CARDOSO, V. J. M. Germinação. In: KERBAUY, G. B. *Fisiologia vegetal*. 1. ed. São Paulo: Guanabara koogan S. A, 2004. Cap.17, p. 386-408.

CARNEIRO, J. G. A.; AGUIAR, I. B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. e FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 333-350.

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

CARVALHO, G. C. **Adubação verde e compostagem**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2007, 26p.

CRUSCIOL, C. A. C.; LIMA, E. D.; ANDREOTTI, M. Efeito do nitrogênio sobre a qualidade fisiológica, produtividade e características de sementes de feijão. **Revista Brasileira de sementes**. vol. 25 n.1, p.108-115, 2003.

DAVIDE, A.C.; CARVALHO, L.R.; CARVALHO, M.L.M.; GUIMARÃES, R.M. Classificação fisiológica de sementes de espécies florestais pertencentes à família Lauraceae quanto à capacidade de armazenamento. **Revista Cerne**, v.9, n.1, p.29-35, 2003.

DE-POLLI, H. CHADA, S.S. Adubação Verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.13, p.287-293, 1989.

DELOUCHE, J.C. Germinação, deterioração e vigor da semente. *Revista Seed News*, Pelotas, v.6, n.6, p.1-8, 2002.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 36, n.11, p. 1355-1362, 2001.

FERNANDES, M. F.; BARRETO, A.C.; EMÍDIO FILHO, J. Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. ***Pesquisa Agropecuária Brasileira***, v.34, n.9, p.1593-1600, 1999.

FERNANDES, J.C.; REZENDE, J.O.; DIAMANTINO, M.S.A.S.; REZENDE, V.J.R.P. ANTUNES, R.J.B. et al. Identificação de espécies para cobertura do solo e rotação de culturas no vale do Iuiu, Região Sudoeste da Bahia. ***Magistra***, v.19, n. 2, p. 163-169, 2007.

FERREIRA, G.F.; BORGUETTI, F. **Germinação: do Básico ao Aplicado**. São Paulo: Artmed, 2004. 323 p.

FERREIRA, F. et al. **Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão**. Maringá, v. 30, n. 2, p. 247-254, 2008.

FLORES, A.S. & MIOTTO, S.T.S. 2005. Aspectos fitogeográficos das espécies de *Crotalaria* L. (Leguminosae – Faboideae) na região Sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 19(2): 245-249.

FRANÇA, B. et al. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pinhão-manso**. 2011.

GARCIA, J. et al. O gênero *Crotalaria* L. (Leguminosae, Faboideae, Crotalarieae) na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. *R. bras. Bioci.*, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 209-226, abr./jun. 2013.

GOMES, J.P. **Comportamento da germinação e vigor de sementes de algodão herbáceo em diferentes tipos de embalagens, tratamentos e condições de conservação durante a sua armazenagem.** Campina Grande-PB: UFPB/CCT/DEAg, 1992. 89p. Dissertação de Mestrado.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; VIANA, J. S.; FRANÇA, P. R.C.; SANTOS, S. S. Qualidade fisiológica de sementes armazenadas de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 331-342, abr./jun., 2010.

HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. (EdS.). **Handbook of vigour test methods.** 3.ed. Zurich: The International Seed Testing Association, 1995. 117p.

HAMPTON, J.G. What is seed quality? **Seed Science and Technology**, Zürich, v.30, n.1, p.1-10, 2002.

JUARCH, J. J. (2004) *Influência do tamanho e forma na qualidade das sementes de milho durante o armazenamento.* Tese (Mestrado em Agronomia) – Marechal Cândido Rondon – PR, Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

KAPPES, C.; COSTA, A. J. A.; IWAMOTO, H. K.; FERREIRA, J. P.; ARF, M. V. Germinação, vigor de sementes e crescimento de plântulas de milho sob condições de déficit hídrico. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.2, p.125-134, 2010.

KIKUTI, A.L.P. **Avaliação do potencial fisiológico, métodos de condicionamento e desempenho de sementes de couve-flor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) durante o armazenamento e em campo.** 155p. (tese de doutorado em Fitotecnia – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”), 2006.

KRISHNAN, P.; NAGARAJAN, S.; MOHARIR, A.V. Thermodynamic characterization of seed deterioration during storage under accelerated ageing conditions. **Biosystems Engineering**, London, v. 89, n. 4, p. 425–433, 2004.

KRITTIGAMAS, N.; VEARASILP, S.; THANAPORNPOONPONG, S.; SURIYONGA, S.; PAOBLEK, S.; PAWELZIKC, E. Investigation of post-harvest soybean seed storability after passing the different steps of processing. In: Conference on International Agricultural Research for Development. 5th, 2001, Bonn, Germany. **Proceedings...** Bonn, Germany: ASCH, F., BECKER, M. (Eds.), 2001. 1-4.

KRON, N. G.; MALAVASI, M. M. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com fungicidas durante e após o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas, 28: 91- 97. 2004.

LEWIS, G.P.; SCHRIRE, B.; MACHINDER, B. & LOCK, M. 2005. *Legumes of the world*. Kew: Royal Botanic Gardens. 577 p.

LIN, S. S. (1988) Efeito do período de armazenamento na lixiviação eletrolítica dos solutos celulares e qualidade fisiológica da semente de milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, 10 (3): 59 - 67.

LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. *Journal of Seed Technology*, Lincoln, v.12, p.37-53, 1988.

LOPES, J. C.; MARTINS FILHO, S.; TAGLIAFERRE C.; RANGEL, O. J. P. Avaliação da Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja produzidas em Alegre-ES. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 24, n. 1, p. 51-58, 2002.

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R.; NOVEMBRE, A. D. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Estudo comparativo de métodos para a 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.

MARCOS FILHO, J. (1999) 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, 1.1 - 1.21.

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

MARTINS, M. V. Produtividade e potencial fisiológico de sementes de feijão em função do manejo de cobertura do solo e nitrogênio. Aquidauana - MS: 2011.

McDONALD Jr., M. B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings Association Official Analysis**, v. 6, p. 109-139. 1975.

MEDEIROS, A. C. de S.; EIRA, M. T. S. de. Comportamento fisiológico, secagem e armazenamento de sementes florestais nativas. Circular técnica, 127. Colombo: Embrapa Florestas, 2006.

MEDINA, P. F.; MARCOS FILHO, J. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, v.47, n. 1, p. 47-70, 1990.

MIYASAKA, S. Histórico do estudo de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. *Adubação Verde no Brasil*. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.64-123.

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

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 21p.

OLIVEIRA, J. A.; CARVALHO, M. L. M.; VIEIRA, M. G. G. C.; PINHO, E. V. R.. (1999) Comportamento de sementes de milho colhidas por diferentes métodos, sob condições de armazém convencional. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 23 (2); 289 - 302.

PEDROSA, J. P.; CIRNE, L. E. da M. R.; NETO, J. M. de M. Teores de bixina e proteína em sementes de urucum em função do tipo e do período de armazenagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 121-123, 1999.

PEREIRA, A. P. **Identificação, caracterização e cinética de crescimento de leguminosas e gramíneas com alto poder relativo de penetração de raízes em solo coeso dos tabuleiros costeiros**. 2001, 82f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, BA.

PEREZ, S. C. J. A., MORAES, J. A. P. V. Influencia do estresse hídrico e do pH no processo germinativo da algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília DF, v.26, p.981-988, 1991.

PIRAÍ SEMENTES, Folhetos promocionais, 2005.

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

SOUZA, J. R. PINTO.; TAKAHASHI, L. S. A.; YOSHIDA, A. E.; GUIRAUD, C.; ROCHA, J. N. **Tempo de armazenamento e temperatura na porcentagem e velocidade de germinação das sementes de camomila**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.4, p.982-986, jul-ago, 2007 ISSN 0103-8478

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

TOLEDO, F.F.; MARCOS FILHO, J. **Manual de sementes: Tecnologia e Produção**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1997. p.224.

TOLEDO, M. Z.; FONSECA, N. R.; CESAR, M. L.; SORATTO, R. P.; CAVARIANI, C.; CRUSCIOL, C. A. C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 124-133, 2009.

TORRES, S. B.; MINAMI, K. Qualidade fisiológica das sementes de pimentão. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, jan./mar. 2000.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em genótipos de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.178-183, 1998.

VERMA, O. P.; P.V. SINGH; K. SINGH; S. K. VISHWAKARMA. Effect of packaging material on storability of poppy seeds (*Papaver somniferum*). *Seed Research*, New Delhi, v. 24, n. 1, p. 57-58, 1996.

VIEIRA, R.F.; FARIA, M.N.; RAMOS, J.A. de O.; VIEIRA, C. & DONZELES, S.M.L. Poder germinativo de sementes de algumas espécies de *Vigna* e *Phaseolus* durante o armazenamento. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4., LONDRINA, 1993. Resumos. Londrina, IAPAR, 1993a. 222p.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. (1999) Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C. VIEIRA, R. D. & RANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, Comitê de Vigor de Sementes Cap.4, p.1 - 26.

VIEIRA, A H.; MARTINS, E.P.; PEQUENO, P. L de L.; LOCATELLI, M.; SOUZA, M.G. de. Técnicas de produção de sementes florestais. Porto Velho: Embrapa, CT 205, 2002.

WUTKE, E.B. Adubação verde: manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo. In: WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; MASCARENHAS, H.A.A. (Coords.) CURSO SOBRE ADUBAÇÃO VERDE NO INSTITUTO AGRONÔMICO, 1. 1993, Campinas: Instituto Agrônômico,1993. p.17-29. (Documentos IAC, 35)

YAJA, J.; PAWELZIK, E.; VEARASILP, S. Prediction of soybean seed quality in relation to seed moisture content and storage temperature. In: Conference on International Agricultural Research for Development. 8th, 2005, Stuttgart Hohenheim, Germany. Proceedings... Stuttgart-Hohenheim, Germany: TIELKES, E.; HÜLSEBUSCH, C.; HÄUSER, I.; DEININGER, A.; BECKER, K. (Eds.), 2005. 1-4.

