

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA GERMINAÇÃO DE
SEMENTES E NO CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DA
LEGUMINOSA FORRAGEIRA *Macrotyloma axillare*
(E. Mey) Verdc. cv. Java**

Auricleia Sarmiento de Paiva
Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA GERMINAÇÃO DE
SEMENTES E NO CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DA
LEGUMINOSA FORRAGEIRA *Macrotyloma axillare*
(E. Mey) Verdc. cv. Java

Auricleia Sarmento de Paiva

Orientadora: Profa. Dra. Teresinha de Jesus Deléo Rodrigues

Co- Orientador: Prof. Dr. Antonio João Cancian

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção e Tecnologia de Sementes).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Julho de 2007

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

AURICLEIA SARMENTO DE PAIVA – nascida em 28 de outubro de 1975 na cidade de Alexandria – RN, filha de José Pio de Paiva e Maria Auxiliadora de Paiva. Iniciou o curso de Engenharia Agrônômica em março de 1995, obtendo o título de Engenheira Agrônoma em Julho de 2000 pela Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM) no Rio Grande do Norte e o título de Especialista em Irrigação e Drenagem em agosto de 2001 pela mesma Instituição de Ensino. Concluiu o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Ciências do Solo pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/ UNESP, campus de Jaboticabal em 2003 e ingressou no curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Produção e Tecnologia de Sementes da mesma Instituição de Ensino em Agosto de 2003, concluindo-o em julho de 2007.

"Sinto-me como se fosse uma
criança brincando na praia...
Ora descobrindo um pedregulho
polido... Ora descobrindo uma
linda concha... Enquanto a nossa
frente jaz, inexplorado, um
oceano de conhecimentos"...

Isaac Newton

" Uma prova de que Deus esteja conosco não é o fato de que não venhamos a cair, mas que nos levantemos depois de cada queda".

(Sta. Tereza D'Ávila)

A Deus, por me orientar na escolha do melhor caminho....

Agradeço!

Aos meus Pais,

José Pio de Paiva e Maria Auxiliadora de Paiva,

Pelo amor, apoio, incentivo constante e por nunca medirem esforços na educação dos seus filhos....

Ofereço!

As minhas irmãs,
Elizânjala, Karla e Micarly Paiva,
pelo incentivo, carinho e por
compartilhar das dificuldades e
conquistas ao longo da vida.....

E ao meu amor,
Junior Vantini pelo amor, apoio,
compreensão e por compartilhar de todas
as etapas dessa conquista....

Dedico!

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista – Campus de Jaboticabal pela oportunidade e infra-estrutura cedida para a realização deste trabalho.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo auxílio financeiro.

Em especial, à minha orientadora Profa. Dra. Teresinha de Jesus Deléo Rodrigues pela orientação, confiança, apoio, dedicação, amizade e pelos valiosos conhecimentos transmitidos fundamentais no meu crescimento científico.

Ao Prof. Dr. Antonio João Cancian pela Co-Orientação e ajuda no ajuste da umidade do solo.

Ao Prof. Dr. David Arioaldo Banzatto pela disposição, atenção e orientação das análises estatísticas.

Aos membros da Comissão Examinadora: Dra. Teresinha de Jesus Deléo Rodrigues, Dra. Ana Regina Pimentel de Almeida, Dra. Paola Pedroso Vantini, Dra. Izabel Cristina Leite e Dra. Maria Lídia Stipp Paterniani, pelas sugestões e aprimoramento deste trabalho.

À Sônia Maria Raymundo Carregari e Jamil Aparecido Ferraz pelo carinho, amizade e ajuda nos trabalhos laboratoriais desta pesquisa.

Aos Professores e funcionários do Departamento de Produção Vegetal (Laboratório de Análise de Sementes) pelos ensinamentos, amizade conquistada e apoio na realização deste trabalho.

Aos amigos conquistados: César Martoreli, Cristian Leonel, Bruno Licursi, Adriana de Barros, Saionara Tesser, Nilce Naomi, Fabiana De Simoni, Caroline Athayde, Breno Marques, Gisele Bonacin, Gleibson Dionísio, Adão Marin, Marco, Rodrigo, Andressa, Samira, Juliana, Rafaela, Vinícius, Giuliana, Neto e Cláudia, pelo companheirismo, carinho e amizade, em especial a Adriano Fernandes e Magnólia Lopes pelo incentivo, amizade, dicas na realização deste trabalho e convívio diário.

Á querida amiga Aparecida Marilene Vrech pela amizade, incentivo e apoio constante.

Aos que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiii
SUMMARY	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Caracterização da leguminosa forrageira	4
2.2 Avaliação do vigor de sementes	6
2.3 Fatores que afetam a germinação de sementes.....	10
2.4 Efeitos do estresse hídrico na germinação das sementes.....	12
2.5 Estresse hídrico e crescimento de plantas	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Local	21
3.2 Avaliação das características iniciais das sementes.....	21
3.2.1 Aquisição dos lotes e pureza física	21
3.2.2 Peso de 1000 sementes.....	22
3.2.3 Determinação do teor de água.....	23
3.2.4 Teste padrão de germinação (TPG).....	23
3.2.5 Índice de velocidade de germinação	24
3.3 Testes de vigor	24
3.3.1 Primeira contagem do teste padrão de germinação.....	24
3.3.2 Envelhecimento acelerado	25
3.3.3 Condutividade elétrica.....	25
3.4 Efeito da disponibilidade hídrica do substrato com o uso do Polietilenoglicol (PEG 6000) sobre a germinação	26
3.5 Experimento de germinação sob diferentes disponibilidades hídricas no solo	27
3.5.1 Umedecimento do solo.....	29
3.6 Experimento de crescimento inicial sob deficiência hídrica no solo.....	30

3.6.1 Avaliações fisiológicas	32
a) Parte aérea	32
b) Sistema radicular	32
3.7 Análises estatísticas	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 Características físicas e fisiológicas dos lotes de sementes.....	34
4.1.2 Peso de mil sementes e pureza física.....	34
4.1.3 Teste padrão de germinação e teor de água das sementes	35
4.1.4 Primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG)	37
4.2 Testes de vigor	38
4.2.1 Envelhecimento acelerado.....	39
4.2.2 Condutividade elétrica.....	42
4.3 Experimentos de disponibilidade hídrica.....	46
4.3.1 Efeito da disponibilidade hídrica do substrato, com o uso do Polietilenoglicol (PEG 6000), sobre a germinação.....	46
4.3.2 Experimento de germinação sob diferentes disponibilidades hídricas no solo	50
4.4 Experimento de crescimento inicial sob deficiência hídrica no solo.....	53
4.4.1 Parte aérea	53
4.4.2 Sistema radicular.....	60
5. CONCLUSÕES.....	65
6. REFERÊNCIAS	67

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1.	Resultado das análises química e física do solo	28
2.	Valores médios do peso de 1000 sementes, número de sementes por grama, coeficiente de variação (CV) e pureza física dos lotes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java	35
3.	Valores médios do teste padrão de germinação (TPG), para sementes com e sem escarificação e primeira contagem de germinação dos três lotes de sementes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java	36
4.	Valores médios do teor de água e do teste padrão de germinação (TPG) para sementes escarificadas e sem escarificação, dos três lotes de sementes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java	36
5.	Valores médios da primeira contagem do teste de germinação para sementes com e sem escarificação e índice de velocidade de germinação (IVG), para sementes escarificadas, dos três lotes de sementes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java	38
6.	Análise de variância da porcentagem de germinação para os três lotes de sementes escarificadas de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java em diferentes temperaturas e períodos de envelhecimento	40
7.	Porcentagem de germinação após o envelhecimento acelerado, com duas temperaturas de exposição e três períodos de envelhecimento em sementes escarificadas de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java	40
8.	Teor de água antes e após o envelhecimento acelerado (EA) nas temperaturas de 41°C e 45° C, nos três períodos avaliados para sementes de três lotes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java.....	42
9.	Análise de variância da condutividade elétrica para os três lotes, utilizando-se 25 sementes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java em duas quantidades de água e nove períodos de exposição	43

10.	Valores médios de condutividade elétrica para os três lotes de sementes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java nas duas quantidades de água e nove períodos de exposição	44
11.	Análise de variância da porcentagem de germinação e do IVG dos três lotes de sementes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java em diferentes potenciais osmóticos no substrato	46
12.	Regressão polinomial da porcentagem de germinação e do IVG dos três lotes de sementes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java em diferentes potenciais osmóticos no substrato	47
13.	Análise de variância da porcentagem de germinação e do IVG dos três lotes de sementes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java em diferentes disponibilidades hídricas no substrato	50
14.	Regressão polinomial da porcentagem de germinação e IVG para os três lotes de sementes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java em diferentes disponibilidades hídricas no substrato	51
15.	Análise de variância e teste de Tukey das avaliações fisiológicas da parte aérea (altura, número de folhas simples e compostas, massa fresca de folhas, massa fresca de caules e área foliar) de plântulas dos três lotes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java, sob condições de diferentes disponibilidades hídricas no solo, 14 dias após a semeadura.....	54
16.	Regressão polinomial das características fisiológicas da parte aérea de plântulas dos três lotes de sementes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java em diferentes disponibilidades hídricas no substrato	55
17.	Análise de variância e teste de Tukey das avaliações fisiológicas do sistema radicular (comprimento das raízes, área de raiz, massa fresca e seca de raízes, diâmetro de raízes e densidade de raízes) de plântulas dos três lotes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java, sob condições de diferentes disponibilidades hídricas no substrato, 14 dias após a semeadura.....	61
18.	Regressão polinomial das avaliações do sistema radicular das plântulas originadas dos três lotes de sementes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java em diferentes disponibilidades hídricas no solo	62

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Sementes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv Java antes (A) e após (B) a realização da limpeza	22
2.	Vista do experimento de crescimento inicial sob deficiência hídrica no solo com plântulas de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java	31
3.	Germinação (A) e índice de velocidade de germinação (B) para os três lotes de sementes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java nos diferentes potenciais osmóticos do substrato no 25 ^o dia após a semeadura.....	48
4.	Germinação (A) e índice de velocidade de germinação (B) dos três lotes de sementes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java nas disponibilidades hídricas de 60, 45 e 35% da capacidade de campo do solo no 25 ^o dia após a semeadura.....	52
5.	Altura de plântula e número de folhas de plântulas originadas de três lotes de sementes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java sob diferentes disponibilidades hídricas no substrato com avaliação no 14 ^o dia após a semeadura (DAS).....	56
6.	Área foliar e massa fresca de folhas de plântulas originadas de três lotes de sementes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java sob diferentes disponibilidades hídricas no solo com avaliação no 14 ^o dia após a semeadura	58
7.	Massa seca de folhas e massa fresca de caule de plântulas originadas de três lotes de sementes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java sob diferentes disponibilidades hídricas no substrato com avaliação no 14 ^o dia após a semeadura	59
8.	Massa seca de caule de plântulas originadas de três lotes de sementes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java sob diferentes disponibilidades hídricas no substrato com avaliação no 14 ^o dia após a semeadura.....	60
9.	Massa fresca e diâmetro das raízes de plântulas originadas de três lotes de sementes de <i>Macrotyloma axillare</i> cv. Java sob diferentes disponibilidades hídricas no solo com avaliação no 14 ^o DAS.....	63

**DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E NO
CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DA LEGUMINOSA FORRAGEIRA *Macrotyloma
axillare* (E. Mey.) Verdc. cv. Java**

RESUMO - Objetivou-se avaliar características fisiológicas da leguminosa forrageira tropical, *Macrotyloma axillare* cv. Java (macrotiloma) submetida a diferentes potenciais hídricos e determinar a qualidade fisiológica de três lotes de sementes dessa cultivar. Determinou-se a pureza física dos lotes, o peso de mil sementes, o teste padrão de germinação (TPG) e o índice de velocidade de germinação (IVG). Os seguintes testes de vigor foram realizados: primeira contagem do TPG, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado. Avaliou-se o efeito da disponibilidade hídrica do substrato sobre a germinação de sementes com o uso de soluções de Polietileno Glicol (PEG 6000) e a germinação e o crescimento inicial das plântulas sob diferentes disponibilidades hídricas no solo (60, 45 e 35% da capacidade de campo). Diferenças no potencial fisiológico inicial de sementes escarificadas puderam ser observadas pelo teste de germinação. Os testes de primeira contagem e IVG não foram sensíveis para detectar diferenças no potencial fisiológico das sementes dos três lotes estudados. O envelhecimento acelerado das sementes escarificadas pode ser realizado a 41° C por um período mínimo de 72 horas ou a 45° C durante 48 horas. O teste de condutividade elétrica mostrou-se adequado para diferenciar os lotes de sementes escarificadas, a partir de 48 horas de embebição. O lote 3 foi classificado como o lote de menor vigor. Houve redução progressiva e significativa da porcentagem de germinação e do IVG quando o potencial hídrico do substrato decresceu de 0,0 até -0,6 MPa e decréscimo na germinação e no IVG quando a disponibilidade hídrica no solo decresceu de 60% para 45 e 35% da capacidade de campo. Todas as características da parte aérea das plântulas foram prejudicadas pela redução da disponibilidade hídrica do solo, notadamente, os parâmetros altura de plântula, massa fresca de folhas e área foliar. Quanto ao sistema radicular houve redução da massa fresca da raiz e o aumento do diâmetro das raízes quando a deficiência hídrica foi severa (35%) o que aparentemente indica um mecanismo de adaptação à seca da macrotiloma.

Palavras- Chave: potencial hídrico; qualidade fisiológica; altura de plântula; água no solo; macrotiloma.

WATER AVAILABILITY ON SEED GERMINATION AND ON EARLY GROWTH OF SEEDLINGS OF THE FORAGE LEGUME *Macrotyloma axillare* (E. Mey.) Verdc. cv. Java

SUMMARY- The objective of this research was to evaluate physiological characters of the tropical forage legume, *Macrotyloma axillare* cv. Java (perennial horse gram) submitted to different water potentials and to determine the physiological quality of three seed lots of this cultivar. The physical purity, 1000 seeds weight, standard germination test (SGT) and speed of germination index (SGI) were evaluated. The following vigour tests were performed: first count of SGT; electrical conductivity and accelerated aging. The effect of substratum water availability was studied using polyethylene glycol solutions (PEG 6000) on seed germination and soil with three levels of water contents (60, 45 and 35% of field capacity) on germination and early growth of seedlings. Differences on initial physiological potential of scarified seeds could be observed by the germination test. First count of germination and SGI were not sensible to detect differences in seed physiological potential of these three lots. The accelerated aging of scarified seeds can be performed at 41°C during at least 72 hours or at 45°C for 48 hours. The electrical conductivity test was adequate to differentiate lots of scarified seeds after 48 hours of imbibition. The seed lot number three was classified as the lowest vigour lot of perennial horse gram seeds. There was progressive and significant decrease of germination percentage and of SGI when the substratum water potential decreased from zero to -0,6 MPa and reduction of germination percentage and SGI when the soil water availability decreased from 60% to 45 and 35% of field capacity. All seedlings shoot characters were hastened by the decrease of soil water availability, mainly the parameters: seedling height, fresh mass and area of leaves. Concerning to root system, there was reduction of fresh mass of roots and increase of root diameter when the water deficit was severe (35%), probably indicating one mechanism of drought adaptation of perennial horse gram.

Key words: water potential; physiological quality; seedling height; soil water; perennial horse gram.

1. INTRODUÇÃO

As pastagens brasileiras ocupam cerca de 220 milhões de hectares do território nacional e constituem a alimentação básica do rebanho bovino, o maior rebanho comercial do mundo, com cerca de 204 milhões de cabeças (IBGE, 2004; MAPA, 2004; WEDEKIN, 2005).

A pecuária brasileira, ainda apresenta índices de produtividade relativamente baixos, apesar de esforços com aprimoramento de tecnologias e recursos investidos. Devido à sazonalidade da produção forrageira, a alimentação dos rebanhos no período seco do ano deve ser motivo de preocupação dos produtores. As leguminosas forrageiras desempenham papel relevante na produção animal, exercendo funções importantes em virtude de serem uma elevada fonte protéica na suplementação dos animais e de sua capacidade de fixação biológica do nitrogênio atmosférico para o solo. Estas características resultam em aumento quantitativo e qualitativo na produção de alimento que será disponibilizado ao animal.

As leguminosas forrageiras são muito importantes na produtividade das pastagens, incorporando N atmosférico ao sistema solo-planta e melhorando a alimentação do rebanho. Estima-se que as culturas forrageiras contribuam com 60 a 90% do insumo alimentar nos sistemas de produção animal. Com a atual ênfase social aos sistemas agrícolas sustentáveis, a produção de culturas forrageiras torna-se de elevada importância e assim, conhecimentos de como os estresses abióticos limitam a produção de forragem tornam-se cada vez mais necessários.

As plantas cultivadas em ambientes naturais são frequentemente impedidas de expressar o seu potencial genético pleno para o crescimento e a reprodução, por estarem sujeitas a vários tipos de fatores de estresse. As forrageiras perenes são cultivadas em diferentes ambientes e podem sofrer estresses não encontrados normalmente em culturas anuais como condições climáticas sazonais extremas durante vários anos.

A indústria de sementes de forrageiras tropicais, no Brasil, depara-se atualmente com novos e importantes paradigmas. A maior parte da produção é comercializada,

essencialmente, como “commodity”, isto é, como produtos pouco diferenciados, de baixo valor agregado (SOUZA, 2001). Entretanto, a demanda por sementes de boa qualidade física, fisiológica e sanitária tem aumentado. Além disso, os rígidos padrões fitossanitários impostos por países importadores e a competição entre produtores têm contribuído para melhorar a qualidade da semente.

A velocidade e a uniformidade de emergência das plântulas dependem do vigor das sementes e das condições do ambiente. Por ocasião da época de semeadura em regiões tropicais, ocorrem com freqüência problemas relacionados à disponibilidade hídrica. Tanto a água do substrato, quanto o vigor das sementes são agentes determinantes do processo de estabelecimento de plântulas no solo.

Os processos fisiológicos das plantas são afetados pela deficiência hídrica, que geralmente aumenta a resistência difusiva ao vapor de água, mediante fechamento dos estômatos, reduzindo a transpiração e, conseqüentemente, o suprimento de CO₂ para a fotossíntese. Muitos desses efeitos refletem-se nos mecanismos de adaptação das plantas ao ambiente (NOGUEIRA, 1997)

Períodos de seca podem tornar-se mais pronunciados como resultado da mudança climática global, dificultando a manutenção da produção, da produtividade e da qualidade da forragem. A deficiência hídrica afeta o crescimento das plantas provocando alterações anatômicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas. Este efeito depende do tipo de planta e do grau e duração da deficiência hídrica.

O desenvolvimento da área foliar é muito sensível à deficiência de água e por essa razão, no caso específico das pastagens, em que a produção econômica é representada pela parte aérea das plantas, uma deficiência hídrica mesmo rápida, pode reduzir significativamente a produção de massa seca.

Segundo NASCIMENTO JÚNIOR (1986), os fracassos quanto à persistência de plantas forrageiras são possivelmente, devido à não observância do comportamento fisiológico das espécies em uso. A partir da identificação de características que conferem resistência à seca é possível recomendar espécies para programas de introdução, consorciação e de melhoramento genético.

O sucesso de uma nova cultivar depende de uma série de características como adaptação ambiental, elevado potencial de produção e qualidade forrageira, menor risco e custo de produção. Segundo HARLAN (1960), outros fatores como a produção de sementes e modo de estabelecimento podem ser decisivos na escolha de uma cultivar.

Diante disso, o conhecimento da qualidade fisiológica das sementes e das respostas das plantas de espécies forrageiras a diferentes disponibilidades hídricas no solo é relevante, pois, ele é necessário para o embasamento de técnicas de manejo das pastagens e de zoneamento ecológico das espécies, tanto de gramíneas como de leguminosas, em situações onde a água pode ser um fator limitante para o crescimento e para a produção das forrageiras.

Na literatura são poucos os trabalhos direcionados à caracterização e avaliação das plantas forrageiras que possuem mecanismos de valor adaptativo à seca. Em virtude da demanda constante por pesquisas nesta área, principalmente quanto à fisiologia da planta e das sementes, o objetivo deste trabalho foi avaliar algumas características fisiológicas da leguminosa forrageira tropical, *Macrotyloma axillare* (E. Mey.) Verdc. cv. Java submetida a diferentes potenciais hídricos bem como determinar a qualidade fisiológica de diferentes lotes de sementes dessa cultivar.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização da leguminosa forrageira

As leguminosas em seus diversos propósitos vêm sendo usadas na agricultura, desde os tempos remotos. Essas evoluíram em paralelo com as gramíneas, deixando muito material fossilizado: “os botânicos concordam que a grande expansão das leguminosas se deu na floresta tropical pluvial... no Cretáceo... constituindo-se numa das primeiras famílias desse período” (WHYTE, 1974).

As sementes ou vagens de leguminosas são fontes básicas de proteína na alimentação humana. Os resíduos de leguminosas representam fontes ricas de nutriente orgânico e nitrogênio para as culturas.

As leguminosas em número total de espécies só são suplantadas pelas Compositae e pelas Orchidaceae, com cerca de 18.000 espécies, distribuídas entre as famílias Fabaceae, Mimosoideae e Caesalpinioideae. As leguminosas representam importante fonte de forragem de alta qualidade para produção animal. Figuram dentre as vantagens do uso de leguminosas em pastagens, o aumento na produção animal, devido à melhoria nos níveis de proteína, da digestibilidade, no consumo de forragem, melhor distribuição da pastagem ao longo do ano, melhoria na fertilidade do solo (N) e conteúdos de minerais mais elevados (BLASER, 1982; BARCELLOS & VILELA, 1994).

Num país com dimensões continentais como o Brasil, a solução aos desafios entre a aparição de novos cultivares no mercado e seu rápido desaparecimento exige um equacionamento de variáveis, dependentes da interação entre o genótipo e o ambiente sendo necessários programas nacionais integrados, com objetivos enfocados para vencer os insucessos do passado, melhorando a credibilidade no uso de leguminosas forrageiras.

Dentre os cultivares lançados mais recentemente no Brasil e de uso ainda pouco expressivo encontra-se a *Macrotyloma axillare* (E. Meyer) Verdc. cv. Java, lançada em 2004 (MAPA, 2004; ABRASEM, 2006).

O gênero *Macrotyloma* inclui três espécies utilizadas atualmente na agricultura. Duas dessas, *M. axillare* e *M. uniflorum*, são usadas como plantas forrageiras em regiões tropicais e sub-tropicais (BLUMENTHAL & STAPLES, 1993). Da classe *Phaseoleae* e sub-classe *Phaseolinae*, inclui 25 espécies indígenas da África e Ásia (ALLEN & ALLEN, 1981; LACKEY, 1981).

A espécie *Macrotyloma axillare* tem origem no continente africano, provavelmente no Quênia. É uma planta herbácea, perene, com ramos cilíndricos, folhas trifolioladas, flores amarelo-esverdeadas de 2 a 5 cm de comprimento, cálice pubescente, vagem de 3-5 cm de comprimento, pubescente, sementes manchadas de 3-4 mm de comprimento, subovais, lateralmente achatadas com 5-9 sementes por vagem. É uma planta de crescimento de verão, mais adaptada a meio tropical ou subtropical livre de geada, a precipitação pluviométrica deve ser de 980 mm por ano ou mais. Tem um alto grau de tolerância à seca. É adaptada a vários tipos de solo, contanto que sejam bem drenados (ALCÂNTARA & BUFARAH, 1983; HUMPHREYS, 1975) e o tipo de reprodução é a auto fertilização (HUMPHREYS, 1975).

A cultivar australiana Archer apresenta resposta fotoperiódica de dias ligeiramente curtos (HOPKINSON & REID, 1982). A cultivar Java é uma leguminosa de ciclo perene, obtida através do cruzamento artificial de duas cultivares de *Macrotyloma axillare*, Archer e Guatá. É uma leguminosa híbrida de ciclo perene e trepadeira volúvel, de média a baixa exigência em fertilidade do solo, possui alta persistência sob pastejo, consorcia bem com braquiárias e panicuns e apresenta boa persistência em consorciações com gramíneas. Seu crescimento é favorecido por sua média a baixa palatabilidade e também por ser uma grande produtora de sementes, que são atiradas até um metro de distância, quando suas vagens amadurecem e se abrem (ALCÂNTARA & USBERTI FILHO, 2005). Devido ao seu sabor amargo o gado não a aceita no primeiro pastejo (BARNES et al., 1995).

A Java é uma planta promíscua, isto é, não necessita de uma bactéria específica para fixar o nitrogênio, sua altura é de acordo com o manejo. Por ser trepadeira, seu valor nutritivo da forragem é de 18 a 33% de proteína bruta na matéria seca e sua produção de forragem é de quatro a nove t/ha/ano.

São amplamente conhecidas as vantagens do uso de pastagens consorciadas por gramíneas e leguminosas (PEREIRA, 2001). No entanto, o uso de leguminosas tropicais, para incrementar a qualidade e quantidade das pastagens exige o conhecimento das espécies e cultivares que serão utilizados (SOUTO & LUCAS, 1972).

É comum, nas leguminosas, a produção das chamadas sementes duras, ou seja, sementes dormentes em função do seu tegumento impermeável à água, cuja embebição pela semente é a primeira etapa no processo de germinação. Esta dureza, às vezes, pode estar relacionada com a cor das sementes, como foi observado por CASTRO et al., (1993) em *Stylosanthes capitata* Vog.

DEMNICIS et al., (2006) trabalhando com oito leguminosas forrageiras tropicais, entre elas a *Macrotyloma axillare*, constataram que a escarificação manual com lixa apresentou os melhores resultados para a superação da dormência.

É indispensável conhecer a adaptação regional de acessos dessa espécie forrageira para que a mesma possa ser utilizada com sucesso. Devido ao surgimento relativamente recente dessa cultivar, praticamente inexistem trabalhos relacionados ao seu comportamento fisiológico.

2.2 Avaliação do vigor de sementes

É de interesse prático, quando se dispõe de diferentes lotes de sementes, conhecer a qualidade fisiológica intrínseca a cada um. Sabe-se, contudo, que a queda na germinação é um dos últimos eventos que caracterizam o declínio na qualidade fisiológica de sementes e o teste de germinação, isoladamente, não é adequado para discriminar corretamente os lotes de sementes, pois, quando possuem porcentagens de germinação semelhantes, podem apresentar qualidades fisiológicas distintas (BONNER et al., 1994).

A avaliação do vigor de sementes tem evoluído à medida que os testes vêm sendo aperfeiçoados, em direção à obtenção de resultados reproduzíveis, constituindo uma base para a tomada de decisões destinadas à manutenção do potencial fisiológico das sementes após a maturidade. Os testes de vigor constituem ferramentas de uso

cada vez mais rotineiro para a determinação do potencial fisiológico de lotes de sementes. As empresas produtoras e as instituições oficiais têm incluído esses testes em programas internos de controle de qualidade e/ou para a garantia da qualidade das sementes destinadas à comercialização (MARCOS FILHO, 1999a).

Até 1972, a maioria das comunicações se referia às sementes de grandes culturas, com participação pouco expressiva de espécies frutíferas, olerícolas, forrageiras e florestais. Os últimos dez anos se caracterizaram pelo interesse de novos grupos de pesquisa, além da consolidação dos pioneiros. A dedicação da iniciativa privada evoluiu, especialmente, no campo da patologia de sementes, porém, o progresso ainda é insuficiente para atingir os níveis ideais

Para padronização dos procedimentos dos “testes de vigor” foram desenvolvidos inúmeros testes para avaliar o potencial fisiológico e houve incentivo considerável à pesquisa, sobre os vários aspectos da fisiologia e tecnologia de sementes.

O teste de vigor é um teste de germinação com método modificado, sendo aplicado algum tipo de estresse semelhante ao que possa limitar a emergência e fixação da plântula no campo (VIEIRA & CARVALHO, 1994). São muitos os testes usados e também as controvérsias sobre suas eficiências. O envelhecimento acelerado tem sido muito pesquisado com o objetivo de serem feitas inferências sobre a qualidade das sementes armazenadas (USBERTI, 1982).

O teste de envelhecimento acelerado é reconhecido como um dos mais populares para a avaliação do vigor de sementes de várias espécies, sendo capaz de proporcionar informações com alto grau de consistência (TEKRONY, 1995). Tem como princípio a aceleração artificial da taxa de deterioração das sementes através de sua exposição a altas temperaturas (40-45°C) e umidade relativa do ar (100%), considerados os fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração (MARCOS FILHO, 1999b). Nessa situação, sementes de baixa qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, apresentando queda diferenciada da viabilidade.

Para forrageiras tropicais os métodos não são bem específicos, e na sua grande maioria são adaptados aqueles usados para as sementes das grandes culturas.

Os consumidores de sementes de forrageiras preferem lotes com alta capacidade de estabelecimento, seja para conservação do solo ou para utilização precoce da pastagem; existe preferência por sementes com alto vigor, porque estas em condições desfavoráveis, como comumente acontece nas condições de campo apresentam maior capacidade de estabelecimento (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

USBERTI (1982), concluiu que o teste padrão de germinação não foi suficiente para identificar diferenças de vigor entre amostras de sementes de capim colômbio (*Panicum maximum*), sendo que o teste mais seguro e eficiente para a avaliação do vigor foi o de envelhecimento acelerado a $43^{\circ} \text{C} \pm 0,5$ e 100% de umidade relativa, durante 36 horas. Em trabalho realizado com a mesma espécie MARTINS & LAGO (1996) observaram eficiência do teste de vigor com temperaturas elevadas sobre o desempenho fisiológico das sementes.

GARCIA & MENEZES (1999) verificaram que a temperatura de 41°C e o período de 24 horas de estresse no teste de envelhecimento acelerado diferenciou os lotes de sementes de aveia preta (*Avena strigosa* L) pelo vigor, concluindo também que os períodos de envelhecimento acelerado para estratificar os lotes de sementes de milho (*Pennisetum glaucum* L) e azevém (*Lolium multiflorum* L) pelo vigor devem ser de 24 e 48 horas, respectivamente.

Para AGUIAR et al., (1987), em *Eucalyptus citriodora* Hook, 24 horas de envelhecimento a 42°C foram insuficientes para ocasionar diminuição de germinação. Trabalhando também com sementes de espécie florestal, GONÇALVES (2003) recomenda que o envelhecimento acelerado pode ser realizado na temperatura de 41°C por um período mínimo de 120 horas ou a 45°C durante 96 horas para a avaliação do potencial fisiológico de sementes escarificadas de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

Dentre os testes de vigor considerados mais importantes pela International Seed Testing Association (HAMPTON & TEKRONY, 1995) destaca-se o teste de condutividade elétrica como um dos mais indicados para estimar o vigor de sementes, devido sua objetividade e rapidez, além da facilidade de execução na maioria dos laboratórios de análise de sementes.

Os testes baseados na permeabilidade das membranas, como os de condutividade elétrica e o do pH do exsudato têm recebido especial atenção, por serem rápidos e de fácil avaliação. Este teste avalia indiretamente o grau de estruturação das membranas celulares, em decorrência da deterioração das sementes, através da determinação da quantidade de íons lixiviados em uma solução de embebição. As sementes são embebidas em determinado volume de água destilada, sob temperatura controlada, durante um período pré-estabelecido. As sementes de menor potencial fisiológico liberam maior quantidade de lixiviados, como consequência da menor estruturação e seletividade das membranas.

Vários fatores podem afetar os resultados do teste de condutividade elétrica tais como: qualidade da água, temperatura, duração do período de embebição, grau de umidade e número de sementes testadas (DIAS & MARCOS FILHO, 1995; VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

Para o número de sementes da amostra existem várias recomendações e LOEFFLER et al., (1988) propõe a utilização de 50 sementes por repetição para a realização do teste de condutividade elétrica. Alguns trabalhos, visando adequar o teste a determinada espécie, avaliaram diferentes números de sementes.

RIBEIRO et al., (1997) concluíram que para sementes de milho, repetições de 25 sementes apresentaram melhores resultados do que as de 50 sementes. Resultados semelhantes foram obtidos por RODO et al., (1998) para sementes de tomate cv. Kada. Contudo SÁ (1999) observou que o tamanho da amostra (25, 50 e 100 sementes) não afeta os valores de condutividade elétrica para as cultivares de tomate Petomech e Santa Clara.

MENEZES & PASINATTO (1997) realizaram um experimento associando número de sementes e quantidade de água, para três lotes de sementes de azevém, aveia preta e milheto no teste de condutividade elétrica e obtiveram como melhores resultados: para o milheto, 25 sementes e 30 mL de água; para a aveia preta, 25 sementes e 50 mL de água e para azevém, 25 sementes e 20 mL de água destilada.

DIAS et al., (1998), estudando o teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de quiabo e de feijão-de-vagem, verificaram que, para sementes

de quiabo, após quatro horas de condicionamento, foi possível a identificação do lote com melhor desempenho. Contudo, para as duas espécies estudadas, informações mais precisas sobre o vigor dos lotes foram obtidas com 24 horas de embebição.

Em sementes de *Leucaena leucocephala*, foram avaliados diferentes tempos de embebição (24, 48 e 72h), e o período de 72 horas apresentou tendência de maior efetividade na separação dos lotes (DUBOC et al., 1993).

O desempenho de sementes de duas populações de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) foi estudado por MORAES et al., (1997), por meio do teste de condutividade elétrica. Os autores verificaram que valores acima de 720 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ da condutividade elétrica corresponderam a valores nulos de germinação, que indicam sementes totalmente deterioradas.

AGUILERA et al., (2002) avaliando a qualidade fisiológica de sementes de milho (*Pennisetum glaucum* L) pelo teste de condutividade elétrica nos períodos de 16 e 24 horas de embebição verificaram que, quando as sementes foram submetidas a 24 horas de embebição, a discriminação dos lotes foi mais evidente, pois este tempo permitiu que as sementes mais deterioradas pudessem perder maior quantidade de solutos.

Para GONÇALVES (2003) o teste de condutividade elétrica utilizando diferentes números de sementes, três quantidades de água e dez períodos de avaliação, não se mostrou adequado para a avaliação do potencial fisiológico das sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

2.3 Fatores que afetam a germinação de sementes

O estabelecimento de uma leguminosa forrageira depende basicamente da germinação, da emergência e penetração da radícula no solo e de seu crescimento inicial. Cada uma destas etapas é dependente de uma série de fatores naturais intrínsecos (longevidade, viabilidade, genótipo, fenótipo, vigor da semente e da plântula) e extrínsecos (propriedades físicas e químicas do solo, microrganismos e clima), determinando o sucesso ou o fracasso do crescimento da plântula.

Os fatores ambientais necessários para a germinação de sementes quiescentes são a água, a temperatura e o oxigênio. Destes, a água é o primeiro requisito, sendo que a quantidade de água necessária é aquela que leva os tecidos desidratados da semente a um nível de hidratação adequado para que o embrião possa retomar o seu crescimento.

A taxa de absorção de água pelas sementes, durante a germinação, depende de uma série de fatores dentre os quais podem ser destacados, a espécie, a área de contato entre a semente e o substrato, a idade, o teor de umidade e a temperatura.

Segundo CARVALHO & NAKAGAWA (2000), a água é o fator que exerce a mais determinante influência sobre o processo de germinação. Da absorção de água resulta a reidratação dos tecidos com a conseqüente intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas que culminam com o fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada de crescimento por parte do eixo embrionário.

O oxigênio é necessário na germinação como um receptor final de elétrons na respiração e também em processos oxidativos de natureza reguladora. A necessidade de suprimento simultâneo de água e de oxigênio durante a germinação é até certo ponto antagônica, devido à baixa solubilidade do oxigênio na água.

De acordo com MAYER & POLJAKOFF-MAYBER (1978), o primeiro processo que ocorre durante a germinação é a absorção de água pela semente. Esta absorção é devido ao processo de embebição. A magnitude da embebição é determinada por três fatores, a composição da semente, a permeabilidade da cobertura da semente, ou do fruto à água e a disponibilidade de água na forma líquida ou gasosa no ambiente. A embebição está relacionada com as propriedades dos colóides e não com a viabilidade das sementes, ocorrendo igualmente em sementes vivas ou mortas; é dependente da temperatura, e ocorre mais rapidamente em temperaturas mais elevadas.

Quando as condições ambientais variam, a velocidade de embebição se modifica, mas a quantidade máxima de água absorvida nessa etapa não se altera, pois esse máximo é uma propriedade dos colóides hidrofílicos da semente, sendo condicionada pela maturação e pelo armazenamento. A respiração e a atividade metabólica se intensificam nesta primeira fase, assim que a semente atinge certo grau

de hidratação, pois no metabolismo celular a água é essencial para a atividade enzimática, solubilização e transporte de reagentes e digestão hidrolítica (WOODSTOCK & LAO, 1981).

O déficit hídrico, como fator limitante da produção vegetal, ocupa posição de destaque, pois além de afetar as relações hídricas nas plantas, alterando-lhes o metabolismo, é um fenômeno que ocorre em grandes extensões de áreas cultiváveis (NOGUEIRA et al., 2001).

A produção de sementes é um dos principais mecanismos de sobrevivência das plantas em ambientes constantemente submetidos a perturbações. Para as leguminosas forrageiras, as sementes constituem-se em um dos mais importantes veículos de suprimento de novos indivíduos para as áreas de pastagens. No entanto, ao serem liberadas para o meio ambiente, as sementes estão sujeitas a um conjunto de fatores que afetam a sua germinação. KARSSSEN (1982) ressalta que as flutuações na germinação de populações de sementes no campo são governadas por vários fatores ambientais.

2.4 Efeitos do estresse hídrico na germinação das sementes

A velocidade de hidratação depende da disponibilidade hídrica, do potencial matricial do substrato, do potencial osmótico da solução que umedece o substrato, da temperatura e das características intrínsecas da semente, tais como, tamanho, composição química, permeabilidade da cobertura protetora, teor de água inicial e qualidade fisiológica (VERTUCCI & LEOPOLD, 1983; POPINIGIS, 1985).

A habilidade para germinar e a taxa de germinação, em baixos potenciais hídricos no solo, depende da espécie (KOLLER & HADAS, 1982). Segundo BORGES et al., (1991) a sensibilidade das sementes ao estresse hídrico pode atuar como mecanismo de inibição da germinação, quando as condições de umidade no solo não estão adequadas.

De acordo com BEWLEY & BLACK (1994), o estresse hídrico pode reduzir tanto a porcentagem como a velocidade de germinação, com uma ampla variação de

respostas entre as espécies, desde aquelas muito sensíveis até as mais resistentes, sendo que estas possuem a vantagem ecológica de estabelecimento de plântulas em áreas onde as sementes sensíveis à seca não podem fazê-lo.

MARCOS FILHO et al., (1985) constataram que as condições ambientais predominantes durante a época de semeadura, podem afetar a emergência e desenvolvimento das plântulas de soja, dependendo da qualidade fisiológica da semente. De modo geral, os efeitos não se estendem à produção, sendo a qualidade das sementes um fator muito mais considerável no estabelecimento da cultura no campo. Sementes de alta qualidade poderão contribuir para a obtenção de um melhor estande, principalmente, sob condições adversas.

Em espécies forrageiras, a formação de um estande denso no plantio é de fundamental importância para a produtividade da pastagem (SULC, 1998). Para que isso ocorra é necessário que haja uma emergência rápida e uniforme das plântulas, possibilitando a formação de um dossel fechado logo no início da estação de crescimento, suprimindo as plantas daninhas e maximizando a interceptação de luz.

A água além de ser o fator iniciante da germinação, está também envolvida, direta ou indiretamente, em todas as etapas do metabolismo subsequente. Sua participação é essencial nas reações enzimáticas, na solubilização e no transporte de metabólitos e como reagente de hidrólise de proteínas, carboidratos e lipídios dos tecidos de reserva da semente (CARVALHO & NAKAGAWA, 1988; MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

MARCOS FILHO et al., (1987) enfatizam que o fornecimento de água é condição fundamental para que uma semente germine normalmente. O substrato utilizado deve ser suficientemente úmido para garantir o crescimento do embrião, mas o excesso é nocivo, pois a respiração é prejudicada; conseqüentemente há atraso ou paralisação do desenvolvimento ou, ainda, há ocorrência de anormalidades nas plântulas.

A sensibilidade diferencial de sementes de diversas espécies ao estresse hídrico tem sido destacada na literatura, embora as informações sobre o assunto sejam escassas (MARCOS FILHO, 1986).

Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos utilizando soluções com diferentes potenciais osmóticos para umedecer os substratos, onde as sementes serão colocadas para germinar, procurando simular condições de baixa umidade do solo (GURMU & NAYLOR, 1991; HARDEGREE & EMMERICH, 1992).

O Polietilenoglicol (PEG) 6000 tem sido utilizado com sucesso nos trabalhos de pesquisa para simular os efeitos do déficit hídrico nas plantas, por não penetrar nas células, não ser degradado e não causar toxidez, devido ao seu peso molecular (HASEGAWA et al., 1984).

NASSIF & PEREZ (1977) verificaram reduções significativas na germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.) a partir de -0,6 MPa para tratamentos com PEG 6000, com decréscimos dos valores de 78% no tratamento controle (0,0MPa) para 67% (-0,6MPa), constatando também que a velocidade de germinação das sementes foi mais afetada pelo estresse hídrico que a capacidade germinativa, uma vez que houve redução significativa nesta característica a partir de -0,4 MPa, com valores decrescendo de 0,43 (0,0 MPa) para 0,32 (-0,4 MPa).

GARCIA et al., (1998), avaliaram o efeito do potencial hídrico sobre a germinação de sementes de *Andropogon gayanus* Hack cv. Planaltina, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* e observaram que o decréscimo do potencial hídrico influenciou na diminuição da porcentagem de germinação, aumentando o número de dias para a germinação inicial e total, nas três espécies.

Diversos autores constataram atraso na absorção de água provocado por soluções osmóticas como em grão de bico (SINGH & AFRIA, 1985; PEREIRA, 1991); milho (MUCHENA & GROGAN, 1977); estilosantes (TEIXEIRA, 1979); feijão mungo-verde (ROCHA, 1996).

NÓBREGA (1993) avaliou o efeito do estresse hídrico (-0,3 e -0,6 MPa) sobre a germinação de sementes novas e envelhecidas (36, 48 e 72 horas) de sete cultivares de soja e constatou que houve atraso na emergência da radícula em função da disponibilidade hídrica do substrato e também decréscimo na germinação.

QUEIROZ et al., (1998) avaliando o efeito de seis valores de potencial osmótico induzidos por polietilenoglicol (PEG-6000) sobre o vigor de sementes de dez cultivares

de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) verificaram que, a partir de -0,4 MPa, o efeito sobre o hipocótilo foi ainda mais drástico, reduzindo-o em mais de 70%, atingindo 100% nos níveis -0,8 MPa e -1,0 MPa, em que não houve germinação de sementes das cultivares estudadas.

SILVA et al., (2005) verificaram que as sementes de *Cnidoscopus juercifolius* apresentaram bom desempenho germinativo até o potencial de -0,3 MPa e que a porcentagem de germinação foi afetada a partir de -0,5 MPa, enquanto sua velocidade foi reduzida a partir de -0,3 MPa. Resultados semelhantes foram obtidos por CAVALCANTE & PEREZ (1995) que observaram redução na velocidade de germinação de sementes de leucena a partir de -0,3 MPa, enquanto a porcentagem de germinação só foi reduzida a partir de -0,6 MPa.

PEREIRA (1991) estudando o efeito de quatro valores de potencial osmótico (0,0; -0,4; -0,8; -1,2 MPa) sobre a embebição e germinação de sementes de grão de bico, verificou que a fase II da absorção de água teve sua duração afetada pelos diferentes potenciais osmóticos do substrato e como consequência desse efeito, a emergência da radícula ficou atrasada, em média, de 6, 24 e 32 horas em relação às sementes mantidas em água.

Um estudo realizado sobre a embebição e germinação de sementes de duas leguminosas forrageiras tropicais, soja-perene (*Neonotonia wightii*) e labe-labe (*Lablab purpureus*) sob cinco potenciais osmóticos, evidenciou que a embebição e a taxa de germinação foram alteradas significativamente pelo potencial osmótico, sendo que para a soja-perene levou mais tempo que para o labe-labe nos potenciais mais baixos (RODRIGUES, 1993; RODRIGUES et al., 1993a).

RODRIGUES et al., (1995) verificaram que houve decréscimo significativo na porcentagem de germinação das sementes de alfafa à medida que diminuiu a disponibilidade hídrica nas cinco temperaturas testadas (15, 20, 25, 30 e 35°C), constatando também que houve decréscimo significativo no índice de velocidade de germinação em cada uma das temperaturas à medida que diminuiu a disponibilidade hídrica.

SCHUAB et al., (2007) em estudos com sementes de soja submetida a estresse hídrico verificaram que, no teste de germinação, as sementes submetidas aos potenciais osmóticos mais altos (-0,05 e -0,1 MPa) não apresentaram reduções elevadas na porcentagem de protrusão da raiz, avaliada três dias após a germinação e nas plântulas normais, avaliadas aos cinco e oito dias, quando comparadas com o tratamento controle.

Trabalhando com duas cultivares de soja sob diferentes níveis de umidade do solo (20, 40, 60, e 80% de saturação do solo), RAZERA (1982) verificou que a emergência foi afetada pelos níveis de umidade do solo, e que o grau de umidade mais favorável para a emergência das cultivares foi entre 40 e 60% de saturação do solo. Esse autor também destacou que sementes com qualidade fisiológica inferior são mais afetadas pelo estresse hídrico.

De acordo com TONIN (1997) diferentes componentes do desempenho germinativo de sementes de milho evidenciam diferenças de sensibilidade ao estresse hídrico. A capacidade de germinar seria a menos sensível, o desenvolvimento da parte aérea da plântula o mais sensível e o da parte subterrânea de sensibilidade intermediária.

2.5 Estresse hídrico e crescimento de plantas

O conhecimento da taxa de emergência e do crescimento das plântulas é um fator importante para viabilizar o estabelecimento de associações de plantas, inclusive de gramíneas e leguminosas (HAYNES, 1980).

A baixa persistência de leguminosas tropicais tem sido o grande entrave no desenvolvimento de pastagens gramínea/ leguminosa. Dentre as áreas prioritárias de pesquisa visando à persistência de leguminosas forrageiras, apontadas por pesquisadores e cientistas internacionais é o enfoque à seleção e avaliação de plantas mais tolerantes a estresse hídrico (PAULINO et al.,2006).

A água é um dos fatores ambientais determinantes da diversidade produtiva dos vegetais, podendo comprometer as funções vitais ou estimular reações adaptativas que capacitem as plantas a sobreviverem por períodos longos de estresse hídrico (DINIZ

1999). O déficit de água nos tecidos, causado pela excessiva demanda evaporativa ou pelo limitado suprimento de água no solo afetam todos os aspectos do crescimento e desenvolvimento dos vegetais (KRIEG, 1993).

A resposta da planta à seca é caracterizada por mudanças fundamentais na relação da célula com a água, nos seus processos fisiológicos, na estrutura de membranas e de organelas celulares, além das mudanças morfológicas e fenológicas da planta, alterando a relação do seu dossel com o ambiente. Em relação à parte aérea, uma resposta usual ao estresse, antes mesmo de haver variação no conteúdo de água nos tecidos, é uma diminuição do crescimento, que é associado com alterações no metabolismo de carbono e nitrogênio. Sabe-se hoje que um déficit hídrico leve no solo causará uma elevação na concentração de ABA (ácido abscísico) no xilema e elevação da condutividade hidráulica da raiz e do xilema, que poderão induzir o fechamento estomático e a diminuição do crescimento da folha (YORDANOV et al., 2000).

O conhecimento de características fisiológicas e/ou bioquímicas adequadas para seleção, pode beneficiar o melhoramento genético, com o objetivo de se obterem materiais com tolerância a condições de estresse hídrico. Esses estudos assumem uma real importância, tendo em vista que, nos vários tipos de vegetação encontrados na natureza, a produtividade é considerada mais intimamente relacionada com a água disponível para as plantas do que com qualquer outro fator ambiental (SALISBURY & ROSS, 1991). Portanto, a capacidade de as plantas se manterem túrgidas é tida como uma característica necessária para a garantia da produção, em locais onde ocorre o déficit hídrico.

O decréscimo na disponibilidade de água no solo ocasiona queda no potencial da água nas folhas das plantas, levando à perda de turgescência e à redução da condutância estomática (SHALHEVET, 1983; MANSUR & BARBOSA 2000). A redução da taxa de assimilação de CO₂ durante o estresse hídrico deve-se à redução na disponibilidade de CO₂ no interior da folha, causada pelo fechamento dos estômatos em resposta à redução da disponibilidade de água no solo (ROSA et al., 1991). Esse

aumento da resistência à difusão gasosa e a diminuição na taxa de assimilação de CO₂ determina menor perda de água por transpiração, além de poder afetar a fotossíntese.

No crescimento inicial ou nos estádios mais tardios de crescimento das plantas, a diminuição da disponibilidade hídrica não limita apenas a dimensão das folhas individuais, mas também o número de folhas, porque diminui tanto o número como a taxa de crescimento dos ramos, provavelmente em decorrência do menor crescimento do caule (TAIZ & ZEIGER, 2002). O estresse hídrico pode, entretanto, estimular as reações adaptativas que capacitam as plantas à sobreviverem em períodos prolongados de deficiência hídrica (LARCHER, 2000)

O estresse hídrico afeta a produtividade das culturas, bem como a distribuição das espécies nos ecossistemas naturais (OSMOND et al., 1987).

De acordo com GHOLZ et al. (1990) a disponibilidade de água afeta o crescimento das plantas, por controlar a abertura dos estômatos e conseqüentemente, a produção de fitomassa. O decréscimo de água no solo diminui o potencial de água na folha e sua condutância estomática, promovendo o fechamento dos estômatos. Esse fechamento bloqueia o fluxo de CO₂ para as folhas, afetando o acúmulo de fotoassimilados, o que pode reduzir a produtividade.

O primeiro efeito da falta de água no solo é o decréscimo no alongamento celular em função da redução na turgescência da célula (BOYER, 1970; HSIAO, 1973), resultando em diminuição no desenvolvimento da área foliar (LUDLOW et al., 1980), com conseqüente decréscimo na produção de fitomassa.

Entre as espécies forrageiras, a expansão da área foliar é duplamente importante, pois além da função assimilatória, as folhas representam o principal componente da produção de feno de alta qualidade, e também na pastagem (PARRISH & WOLF, 1983).

O estresse hídrico é o fator limitante de maior significância na sobrevivência e crescimento inicial de plantas (BLAKE, 1993), provocando redução na produção de massa seca de plantas forrageiras, principalmente, por limitar o desenvolvimento da área foliar (LUDLOW et al., 1980) ou estimular a senescência e queda das folhas (IRIGOYEN et al., 1992).

Segundo RAZERA (1982), sementes com qualidade fisiológica inferior são mais afetadas pelo estresse hídrico e esses efeitos são mais evidentes sobre o desenvolvimento da parte aérea da plântula.

RODRIGUES (1993), trabalhando com as leguminosas forrageiras labe-labe e soja perene, em casa-de-vegetação, verificou que a menor disponibilidade de água no solo determinou reduções na produção total de massa seca da parte aérea, diminuição da área foliar (queda no número e na área média das folhas) e na densidade e massa seca das raízes e nódulos em uma das espécies estudadas.

Para TONIN (1997) trabalhando com milho, o desenvolvimento da plântula em comprimento, tanto da parte aérea quanto da subterrânea, são mais influenciados pelo estresse hídrico do que o desenvolvimento em termos de massa seca.

COSTA (1985) trabalhando com quatro cultivares de algodão, encontrou diferença de altura entre as plantas analisadas, em função dos níveis de estresse hídrico. Em trabalho semelhante, PEREIRA et al., (1997) utilizando quatro níveis de umidade do solo, em casa de vegetação, verificaram que independente da umidade utilizada, houve diferença significativa entre as cultivares de algodão, na maioria das variáveis analisadas, inclusive em altura de planta.

Reduções na altura de leguminosas forrageiras, em função da deficiência hídrica também foram encontradas por PETERSON et al., (1992). Estes autores trabalharam com quatro espécies (*Medicago sativa* L., *Lotus corniculatus* L., *Astragalus cicer* L. e *Trifolium pratense* L.) e observaram variação no grau de resposta, em função da espécie e da época de avaliação.

A necessidade de água varia entre as espécies e de acordo com as condições climáticas e edáficas. Radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento são fatores que afetam a perda de água pela planta (PARSONS, 1988).

As taxas de crescimento, alongamento de folha e a duração da vida das folhas constituem os fatores morfogênicos do perfilho, que, sob a ação dos fatores do ambiente, como luz, temperatura, água e nutrientes, determinam as características estruturais do relvado, o número e o tamanho das folhas e a densidade de perfilhos, responsáveis pelo índice de área foliar do relvado (GOMIDE, 1997). No entanto, a idade

fisiológica, a fertilidade do solo, a espécie forrageira e as condições de ambiente às quais estão submetidas influenciam o seu crescimento e o valor nutritivo (ZANINE & SANTOS, 2005).

A disponibilidade hídrica afeta a produção de fitomassa das gramíneas, e períodos de déficit hídrico podem ser considerados os maiores limitantes climáticos para o desenvolvimento de forrageiras em ambiente tropical (DIAS FILHO et al. 1989). O efeito da disponibilidade de água foi observado por MORALES et al. (1997) em cornichão, onde a redução de 50% na disponibilidade hídrica resultou numa diminuição de cerca de 60% da taxa de alongamento foliar (TAF), embora seja muito difícil dissociar o efeito direto da limitação hídrica de outros fatores de crescimento, como o efeito do nitrogênio.

FERREIRA (2001) avaliando os aspectos fisiológicos da leguminosa forrageira cunhã (*Clitoria ternatea* L) sob três regimes hídricos no solo, relatou que a densidade de comprimento das raízes foi superior nas plantas controle (60%), a partir dos 30 dias após o transplântio, diferindo das plantas sob estresse hídrico (20%), com valores de 1,54 e 0,67 mm/cm³, respectivamente. Segundo a autora, essa variável não apresentou a mesma resposta ao estresse hídrico observado para a massa de raízes, evidenciando que o melhor desempenho em massa radicular, nas plantas sob estresse severo, deveu-se ao próprio calibre das raízes e não ao comprimento das mesmas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

Os experimentos foram conduzidos nos Laboratórios de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal e de Fisiologia Vegetal do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, SP.

3.2 Avaliação das características iniciais das sementes

3.2.1 Aquisição dos lotes e pureza física

Os experimentos foram conduzidos com sementes certificadas de *Macrotyloma axillare* (E. Mey.) Verdc cv. Java, fornecidas pela Matsuda Sementes. Foram três lotes colhidos no sítio Dois Irmãos, Presidente Bernardes/SP, em agosto de 2005. Os lotes foram preparados de acordo com a data de chegada na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS).

Após a recepção das amostras dos lotes foi determinada a pureza física das mesmas, segundo as prescrições das Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Primeiramente foi efetuada uma pré-limpeza por meio de peneiras (Granutest) classificadas como: ABNT 10, 14 e 25, com abertura de 2,00; 1,41 e 0,71 mm respectivamente. Na sequência, foi efetuada a limpeza manual de cada lote com o uso de uma pinça para a retirada das impurezas de cada amostra de sementes; a determinação final foi efetuada pela pesagem das sementes puras, em balança analítica e a pureza expressa em porcentagem de sementes puras. As amostras foram em seguida, acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em câmara seca à 20°C e 36% de umidade relativa, até a realização dos testes.



Figura 1. Sementes de *Macrotyloma axillare* cv Java antes (A) e após (B) a realização da limpeza

3.2.2 Peso de 1000 sementes

O peso de mil sementes é em geral utilizado para calcular a densidade de semeadura e o peso da amostra de trabalho, para análise de pureza. É uma informação que dá idéia da qualidade das sementes, assim como do seu estado de maturidade e sanidade. O peso de mil sementes também é influenciado pelo grau de umidade.

A amostra de trabalho para essa determinação consistiu de oito sub-amostras de 100 sementes provenientes da porção semente pura de cada lote. As sementes foram contadas manualmente e em seguida pesadas, seguindo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Em seguida calculou-se a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores obtidos nas pesagens pelas seguintes fórmulas:

$$\text{Peso de 1000 sementes} = \frac{\text{Peso da amostra} \times 1000}{n^{\circ} \text{ total de sementes}}$$

$$\text{Variância} = \frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

onde:

x = peso de cada repetição;

n= número de repetições e

$$\text{Desvio padrão (S)} = \sqrt{\text{variância}}$$

$$\text{Coeficiente de variação} = \frac{S}{X} \cdot 100,$$

onde

X = peso médio de 100 sementes.

O resultado foi obtido multiplicando-se o peso médio das sub-amostras de 100 sementes por 10.

3.2.3 Determinação do teor de água

Foi determinado o teor de água das sementes pelo método da estufa à 105° C ± 3, por 24 horas, utilizando duas repetições de 3,0g de sementes por lote (BRASIL, 1992). Para esse procedimento, as sementes foram acondicionadas em recipientes de metal (pesa-filtros), previamente secos em estufa à 105 ± 3° C durante 60 minutos. Os resultados foram expressos em porcentagem média para cada lote (base úmida).

3.2.4 Teste padrão de germinação (TPG)

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária.

Antes da instalação do teste de germinação, as sementes foram tratadas com uma mistura 1:1 dos fungicidas Benlat 500 PM e Euparen M 500 PM na dose de 1g/kg de sementes. Foram usadas oito repetições de 50 sementes, escarificadas, pela quebra do tegumento com uma pinça de acordo com BRASIL (1992), e sem escarificação, para cada lote, em caixas gerbox, tendo como substrato papel filtro umedecido com 15 mL de água destilada, contendo nistatina (2%). As sementes foram colocadas em câmara de germinação (Fanem Mod. 347 CDG), regulada a 25° C (± 1°C) e fotoperíodo de 12 horas. As contagens foram realizadas no quarto e décimo dia, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram radícula com comprimento ≥ 2 mm (LABOURIAU, 1983).

Os resultados foram expressos em porcentagem, sendo transformados em $\arcseno\sqrt{x}$ no teste de comparação de médias (BANZATTO & KRONKA, 2006).

3.2.5 Índice de velocidade de germinação

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi realizado conjuntamente com o teste padrão de germinação com sementes escarificadas, sendo que o número de sementes germinadas foi avaliado diariamente até o décimo dia após a semeadura, e calculado pela fórmula: $IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$, onde:

G_1, G_2, \dots, G_n = número de sementes germinadas;

N_1, N_2, \dots, N_n = número de dias após a semeadura (MAGUIRE, 1962).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes e os dados obtidos submetidos à análise de variância pelo teste F. Para a comparação das médias utilizou-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade e os dados em porcentagem foram previamente transformados em $\arcseno\sqrt{x}$

3.3 Testes de vigor

3.3.1 Primeira contagem do teste padrão de germinação

Esse teste foi realizado conjuntamente com o teste padrão de germinação do item 3.2.4, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram 2 mm de protrusão radicular. Para o teste de vigor foi considerada a primeira contagem de germinação realizada no quarto dia após a semeadura.

3.3.2 Envelhecimento acelerado

Para esse teste foram utilizadas 200 sementes, escarificadas, por lote, em quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em caixas plásticas (11,0 x 11,0 x 3,5 cm), contendo suspensa em seu interior uma tela de alumínio onde as sementes foram distribuídas de maneira a formarem uma camada uniforme; no interior de cada caixa foram adicionados 40 mL de água. As caixas foram tampadas e mantidas em incubadoras BOD nas temperaturas de 41 e 45° C e 100% umidade relativa por 48, 72 e 96 horas. Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste padrão de germinação descrito no item 3.2.4. A avaliação da germinação foi realizada no quarto dia após a semeadura (KRZYZANOWSKI et al., 1991; ROSSETO et al., 2001).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes e os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 3 x 3 (três lotes e três períodos de envelhecimento) para cada temperatura de exposição. Para a análise estatística, as médias foram comparadas pela aplicação do teste de Tukey a 5% de probabilidade (BANZATTO & KRONKA, 2006)

Antes e após os períodos de envelhecimento, foi determinado o teor de água das sementes, visando avaliar a uniformidade das condições do teste.

3.3.3 Condutividade elétrica

Foram selecionadas e pesadas quatro repetições de 25 sementes (escarificadas) para cada lote, que foram imersas em 25mL e 50 mL de água destilada à temperatura constante de 25° C, durante os períodos de 1, 2, 4, 6, 12, 24, 36, 48 e 72 horas de embebição. Desta forma os tratamentos foram os seguintes:

- a) 25 sementes embebidas em 25 mL de água à 25° C
- b) 25 sementes embebidas em 50 mL de água à 25° C

As sementes foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001g, colocadas para embeber em recipientes de plástico contendo água destilada e mantidos em germinador, regulado na temperatura constante de 25° C ± 1° C durante

cada período de embebição. A leitura da condutividade elétrica foi realizada em condutivímetro DIGIMED DM-31, e os valores médios para cada lote expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ de semente.

Antes do início do teste foi determinado o teor de água das sementes como descrito no item 3.2.3.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes por lote e os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial $3 \times 2 \times 9$ (três lotes, duas quantidades de água e nove períodos de exposição). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3.4 Efeito da disponibilidade hídrica do substrato com o uso do Polietilenoglicol (PEG 6000) sobre a germinação

O experimento foi conduzido em laboratório para avaliar a germinação das sementes da espécie *Macrotyloma axillare* cv. Java, sob condições de deficiência hídrica. As sementes escarificadas foram colocadas para germinar em soluções com potenciais osmóticos de 0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0; -1,2 MPa.

No início de cada etapa experimental as caixas de germinação foram imersas em água mais hipoclorito de sódio, e depois de lavadas e secas foram desinfetadas com uso de álcool 96%. A água destinada à preparação de soluções, os papéis de filtro e demais materiais utilizados foram autoclavados por 20 minutos à temperatura de 120°C. Os germinadores foram limpos e desinfetados com aplicação de Lysoform.

Para obtenção dos potenciais osmóticos desejados foram preparadas soluções de polietilenoglicol 6000(PEG) de acordo com VILLELA et al. (1991), acrescidas de nistatina.

Para a instalação dos experimentos pipetou-se, inicialmente, 15 mL das soluções em cada caixa de germinação (tipo gerbox) contendo folha de papel de filtro autoclavado. Nas demais trocas foram utilizadas 7mL por caixa. A cada dois dias as sementes foram transferidas para caixas recém-preparadas para minimizar as

mudanças nos valores dos potenciais osmóticos pré-estabelecidos e a contaminação das caixas por patógenos.

Quando todas as caixas estavam preparadas, efetuou-se a semeadura com sementes previamente escarificadas e tratadas, sendo as caixas colocadas no germinador, sob temperatura programada de 25°C (BRASIL, 1992) e fotoperíodo de 12 horas.

Para o cálculo do índice de velocidade de germinação foram realizadas contagens diárias de germinação do 1º ao 25º dias após a semeadura (DAS), considerando-se como germinadas as sementes que apresentaram raiz primária com comprimento igual ou superior a 2,0mm. Os dados de germinação foram convertidos em porcentagem e o índice de velocidade de germinação foi calculado utilizando-se fórmulas descritas por MAGUIRE (1962).

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes por lote e em arranjo fatorial 3 x 7 (três lotes de sementes e sete potenciais osmóticos). Os dados foram submetidos à análise de variância e os fatores significativos foram analisados por regressão polinomial e teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.5 Experimento de germinação sob diferentes disponibilidades hídricas no solo

O experimento foi conduzido em sala de germinação do Laboratório de Fisiologia no Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária da FCAV, UNESP, em câmara de germinação à temperatura constante de 25° C e com fotoperíodo controlado de 12 horas.

O substrato utilizado foi o Latossolo Vermelho Distrófico, coletado na região de Jaboticabal, SP, o qual foi peneirado e seco em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65°C até o equilíbrio da umidade do substrato com a do ar da estufa. As análises química e física do solo foram realizadas no Laboratório de Fertilidade de Solos da FCAV e os resultados encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultado das análises química e física do solo

ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO									
pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H+ Al	SB	T	V
CaCl ₂	g/dm ³	resina Mg/dm ³	-----mmol _c /dm ³ -----						%
5,2	5,2	5	6	2,0	3	13	11,0	24,0	46
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE SOLO									
Argila	Limo	Areia						Classe	
		-----g/kg-----						Textural	
		Fina	Grossa					Argilosa	
390	50	300	260						

Os níveis hídricos utilizados foram 60, 45 e 35% da capacidade de campo previamente estabelecida para o solo em estudo. A quantidade de água necessária para alcançar os três níveis hídricos estabelecidos foi calculada pelo método da capacidade de retenção de água pelo solo. Essa determinação foi feita pesando-se o solo seco em copos de plásticos (300mL), de tara conhecida, e com pequenos furos, que em seguida foram inseridos em um recipiente com água e telas de alumínio elevadas do fundo do recipiente, de modo que os copos não ficassem em contato direto com o fundo do recipiente e nem submersos. Após a elevação da água por capilaridade e preenchimento dos poros do solo com água, esses foram retirados do recipiente e colocados em local seco e vedados de forma a evitar a perda de água por evaporação, porém, para que ocorresse a perda da mesma por gravidade.

A diferença entre o peso do solo úmido, após a perda de água por gravidade, e o peso do solo seco fornece a quantidade de água necessária que corresponde à capacidade de campo. A partir de então, determinou-se a quantidade de água necessária correspondente a cada nível desejado.

Considerando-se os valores obtidos foram definidos os seguintes tratamentos:

$T_1 = \text{cm}^3$ (sem restrição hídrica, 60% da capacidade de campo);

$T_2 = \text{cm}^3$ (restrição hídrica moderada, 45% da capacidade de campo); e

$T_3 = \text{cm}^3$ (restrição hídrica severa, 35% da capacidade de campo).

3.5.1 Umedecimento do solo

Determinada a quantidade de água a ser adicionada em cada caixa de semeadura, pesou-se a quantidade de solo correspondente e misturou-se em saco plástico (0,018 μ), a quantidade de água necessária para cada nível hídrico estabelecido. A mistura foi realizada manualmente até a uniformização. Os sacos foram fechados e o solo permaneceu em repouso por 24 horas, para depois ser transferido para as caixas onde as sementes foram semeadas.

As sementes foram colocadas para germinar em caixas plásticas com tampa de fechamento hermético com capacidade para 500 mL. Cada caixa foi preenchida com 450 mL de solo previamente adequado aos tratamentos de disponibilidade hídrica pretendidos. Foram colocadas 20 sementes em cada caixa e cobertas com uma camada do substrato de aproximadamente 1 cm. Foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes dos três lotes da espécie *Macrotyloma axillare* cv. Java para cada tratamento.

Foram realizadas observações diárias a partir do 1º dia da semeadura até o 25º dia. Considerou-se germinada a semente cujo hipocótilo começava a se elevar sobre a superfície do solo. Na medida em que germinavam, as plântulas eram descartadas.

Foram determinados o índice de velocidade de emergência (MAGUIRE, 1962) e a porcentagem de germinação.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3x3 (três lotes de sementes e três níveis de disponibilidade hídrica) e quatro repetições. Obtendo-se desta forma, três conjuntos de doze parcelas, totalizando 36 parcelas. Os dados foram submetidos à análise de variância e os fatores significativos foram analisados por regressão polinomial e teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.6 Experimento de crescimento inicial sob deficiência hídrica no solo

O experimento foi instalado e conduzido em sala de crescimento no Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, sob luminária contendo lâmpadas fluorescentes e incandescentes com fotoperíodo controlado de 12 horas.

Inicialmente, as sementes foram escarificadas e semeadas em caixas gerbox, tendo como substrato papel filtro umedecido com 15 mL de água esterilizada, contendo nistatina (2%). As sementes foram colocadas em câmara de germinação, regulada a 25° C (\pm 1°C) e fotoperíodo de 12 horas. Dois dias após a semeadura as sementes pré-germinadas foram transplantadas para copos plásticos (300 mL), sem furos, utilizando como substrato o mesmo solo do item 3.5, seguindo o mesmo procedimento de umedecimento do solo, nos níveis hídricos de 60, 45 e 35% da capacidade de campo.

Antes do transplântio, os copos, de tara conhecida, foram pesados com o respectivo solo dos tratamentos e em seguida foi feito o transplântio de uma plântula por copo. Após o transplântio os copos foram cobertos com filme de PVC, para evitar a perda de água por evaporação e assim garantir a manutenção do teor de água inicial, e em seguida levados para a luminária.

Após a emergência das plântulas, o filme foi cortado apenas no local da plântula emergida, para que a plântula continuasse seu desenvolvimento. Aos doze dias do transplântio foram realizadas as avaliações fisiológicas.



Figura 2. Vista do experimento de crescimento inicial sob deficiência hídrica no solo com plântulas de *Macrotyloma axillare* cv. Java

3.6.1 Avaliações fisiológicas

a) Parte aérea

Aos 12 dias do transplântio, as plantas de *Macrotyloma* foram cortadas na altura do colo, avaliando-se em seguida a altura (cm), o número de folhas simples e compostas, massa fresca de folhas e de caule (g) e área foliar (cm²) a qual foi determinada por meio do sistema de análise de imagens Delta-T Image Analysis System. Para a determinação da massa fresca da parte aérea foi utilizada uma balança analítica Denver Instrument Company AA-200, com precisão de 0,0001 g. Após todas as medições da parte aérea de cada planta, as diferentes partes vegetais foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 70-80°C até massa constante.

b) Sistema radicular

Após o corte da parte aérea, o conteúdo de cada copo foi lavado com água corrente sobre uma peneira, malha 16, para a separação das raízes do solo. As raízes foram conservadas sob refrigeração em frascos contendo solução de álcool 20%, para a determinação de massa seca das raízes (mg), densidade (mm de raiz cm⁻³ de solo) e diâmetro médio (mm).

Para a determinação da densidade e diâmetro médio das raízes, foi utilizado o sistema de análise de imagens da Delta –T Devices LTD. Para tanto o sistema radicular de cada planta foi submetido à coloração com azul de metileno por aproximadamente dois minutos, e em seguida as raízes foram dispostas sobre uma bandeja com água onde foi realizada a leitura da imagem por meio de um scanner Hewlett Packard modelo SC. A imagem de cada sistema radicular foi analisada pelo software Delta-T Scan e o comprimento mensurado pelo método de HARRIS & CAMPBELL (1989). A densidade das raízes foi calculada dividindo-se o comprimento encontrado pelo volume do solo

(mm de raiz/ cm³ de solo). Esse software também permite que através da mesma imagem seja determinado o diâmetro médio das raízes (mm).

Após a mensuração do comprimento e do diâmetro médio, as raízes foram colocadas em sacos de papel e levadas a secar em estufa de circulação forçada de ar à 80° C. Para a determinação da massa seca, foi utilizada uma balança analítica, Denver Instrument Company AA-200 com precisão de 0,0001g.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3x3 (três lotes e três níveis de disponibilidade hídrica) e seis repetições. Os resultados encontrados foram submetidos à análise de variância (teste de Tukey), e a análise de regressão ao nível de 5% de probabilidade, para comparação entre as médias e para obtenção de modelos matemáticos representativos das relações existentes entre as variáveis estudadas (BANZATTO & KRONKA, 2006).

3.7 Análises estatísticas

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa ESTAT desenvolvido pelo Departamento de Ciências Exatas da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características físicas e fisiológicas dos lotes de sementes

4.1.2 Peso de mil sementes e pureza física

O peso de mil sementes é considerado de forma empírica pelos pecuaristas, como uma maneira de avaliação e comparação entre lotes quanto a sua qualidade, uma vez que o peso está ligado diretamente ao tamanho dos tecidos de reserva e ao grau de umidade das sementes. Este fato determina o potencial das sementes, e proporciona um maior vigor sob condições de campo. Este método, assim como as características morfológicas das sementes, pode ser utilizado como parâmetro na diferenciação entre as espécies e cultivares, devido ao fato que o peso das sementes também difere entre si (SENDULSKY, 1978).

O peso de mil sementes é utilizado com a finalidade de calcular a densidade de semeadura, sendo considerado um parâmetro adicional de caracterização dos lotes que pode informar seu estado de maturidade e sanidade, e que é influenciado pelo teor de água.

Verificou-se baixa variação para o peso de mil sementes nos três lotes avaliados, com o valor médio obtido de 10,06 gramas, que corresponde a 100 sementes por grama (Tabela 2).

Os lotes apresentaram uma pureza física média de 45,4% (Tabela 2), sendo que as impurezas encontradas eram constituídas principalmente de torrões de terra.

Tabela 2. Valores médios do peso de 1000 sementes, número de sementes por grama, coeficiente de variação (CV) e pureza física dos lotes de *Macrotyloma axillare* cv. Java

Caracterização do peso de 1000 sementes				
Lotes	Peso de 1000 sementes (g)	Número de sementes /grama	CV	Pureza Física (%)
1	10,00	100	2,85	46,6
2	10,04	100	2,00	40,2
3	10,14	99	2,33	49,3
Média	10,06	100	2,39	45,4

4.1.3 Teste padrão de germinação e teor de água das sementes

Para a avaliação da qualidade fisiológica dos três lotes de sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Java, realizou-se o teste padrão de germinação (TPG) com sementes escarificadas e sem escarificação (Tabela 3). Verificou-se diferença estatística significativa entre os tratamentos com e sem escarificação, tanto no TPG como na primeira contagem de germinação; Na Tabela 4 observou-se maior porcentagem de germinação para as sementes que foram submetidas à escarificação prévia, porém não foram observadas diferenças significativas entre os lotes, nas sementes sem escarificação.

Verificou-se que a porcentagem de germinação das sementes sem escarificação foi baixa (máximo de 37,45%) em todos os lotes, que não diferiram estatisticamente entre si. Por outro lado, observou-se diferença estatística significativa entre os lotes, quando o teste foi realizado com sementes escarificadas, com o lote 3 apresentando menor porcentagem de germinação (72,17%), porém esse não diferiu estatisticamente do lote 2 (Tabela 4).

Tabela 3. Valores médios do teste padrão de germinação (TPG), para sementes com e sem escarificação e primeira contagem de germinação dos três lotes de sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Java.

Sementes	TPG ¹	Primeira contagem de germinação ¹
Com escarificação	75,93a	64,44a
Sem escarificação	34,96 b	27,43 b
D.M.S	3,68	4,11
C.V. (%)	7,74	10,45

¹Dados de % de germinação transformados em arcseno \sqrt{x} .

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% (p> 0,05).

As diferenças no potencial fisiológico inicial dos lotes de sementes escarificadas de macrotiloma podem ser observadas pelos resultados do teste de germinação. Os valores médios de germinação, das sementes escarificadas, dos lotes em análise possuem germinação superior ao valor indicado nos Padrões Nacionais para a comercialização de sementes de Macrotiloma, que corresponde a 60% de germinação (ANDRADE, 1984).

Tabela 4. Valores médios do teor de água (TA) e do teste padrão de germinação (TPG) para sementes escarificadas e sem escarificação, dos três lotes de sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Java.

Lotes	TA	TPG			
		Sem escarificação		Com escarificação	
	%	%	arcseno \sqrt{x}	%	arcseno \sqrt{x}
1	7,81	36,00	36,79 a	96,50	80,87 a
2	7,63	37,00	37,45 a	92,50	74,74 ab
3	8,03	26,00	30,63 a	90,50	72,17 b
C.V.(%)	-	-	7,74	-	7,74

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% (p> 0,05).

O teor de água nas sementes, segundo ROBERTS (1977), é um dos principais fatores que influenciam na conservação da qualidade fisiológica das sementes, sendo que as condições ambientais das regiões produtoras, época, modo de colheita e genótipo, são responsáveis pela sua longevidade, além das condições de temperatura e umidade relativa do ar no armazenamento

O teor de água das sementes foi semelhante para os três lotes estudados, variando de 7,63 a 8,03% (Tabela 4). Este fato é importante na execução dos testes, considerando-se que a uniformização do grau de umidade das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (MARCOS FILHO, et al., 1987 e LOEFFLER et al., 1988).

Quando o teor de água é elevado pode favorecer o desempenho das sementes nos testes. No envelhecimento acelerado, se as sementes apresentarem teor de água inicial muito distinto, poderá haver variação acentuada na velocidade de umedecimento e, certamente, diferenças na intensidade de deterioração.

PREVIERO et al.,(1998) trabalhando com sementes de *Brachiaria brizantha* concluíram que as sementes com teores de água inicial de 10-11% e 6-7% apresentaram boa armazenabilidade e que as sementes com 6-7% apresentaram melhores índices de germinação.

4.1.4 Primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG)

O teste de primeira contagem, realizado conjuntamente com o teste padrão de germinação não evidenciou diferenças estatísticas significativas entre os lotes de sementes (Tabela 5). Segundo NAKAGAWA (1999), o teste de primeira contagem de germinação, muitas vezes, expressa melhor as diferenças de velocidade de germinação, porém de acordo com VALENTINI & PINA-RODRIGUES (1995), esse teste apresenta eficiência reduzida quanto à detecção de pequenas diferenças de vigor.

Não foi verificada diferença estatística significativa para o índice de velocidade de germinação (Tabela 5), realizado conjuntamente com o teste de germinação para sementes escarificadas. Resultados diferentes foram obtidos por USBERTI et al.,

(1985) que, trabalhando com sementes de dois cultivares de *Panicum maximum*, observaram que o processo de escarificação com ácido sulfúrico concentrado aumentou o índice de velocidade de germinação em relação às sementes intactas, porém, este procedimento causou redução na germinação final.

Embora a redução da velocidade de germinação não esteja relacionada com os primeiros eventos do processo de deterioração de sementes, este teste tem sido bastante utilizado, apresentando, muitas vezes, resultados coerentes com o potencial fisiológico das sementes.

Tabela 5. Valores médios da primeira contagem do teste de germinação para sementes com e sem escarificação e índice de velocidade de germinação (IVG), para sementes escarificadas, dos três lotes de sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Java.

Lotes	Primeira contagem de germinação				IVG (Dias)
	Sem escarificação		Com escarificação		
	%	arcseno \sqrt{x}	%	arcseno \sqrt{x}	
1	24,00	29,29 a	82,00	65,59 a	34,43 a
2	23,50	28,87 a	84,00	66,61 a	31,71 a
3	17,00	24,12 a	76,50	61,12 a	31,31 a
C.V. (%)	-	10,45	-	10,45	10,95

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% ($p > 0,05$).

4.2 Testes de vigor

A fim de fornecer informações adicionais ao teste de germinação, têm sido utilizados testes de vigor, cuja escolha deve atender a objetivos específicos, sendo importante a identificação da característica avaliada e sua relação com o comportamento das sementes diante de uma determinada situação. Portanto, é conveniente a obtenção de informações fundamentadas nos resultados de mais de um

teste, cujos princípios sejam aplicáveis aos objetivos desejados (SCOTT & CLOSE, 1976).

A avaliação do vigor da semente, segundo KRZYZANOWSKI et al., (1999) tem como finalidade complementar o teste padrão de germinação na detecção de diferenças significativas na qualidade fisiológica, distinguindo e classificando os lotes de acordo com o seu potencial germinativo

MARCOS FILHO (1998) ressaltou a importância de se fazer uso de mais de um teste para determinar o vigor de lotes de sementes. Isso se deve à influência dos métodos adotados e do uso de situações específicas de estresse para estimar o comportamento relativo dos lotes (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

4.2.1 Envelhecimento acelerado

No teste de envelhecimento acelerado observou-se diferença estatística significativa entre os lotes, temperaturas e períodos de envelhecimento avaliados (Tabela 6).

Observou-se que quando se utilizou a temperatura de 41°C (Tabela 7), somente se observou diferença estatística entre os lotes a partir do período de 72h de envelhecimento, com o lote 3 apresentando menor porcentagem de germinação nesse período e não diferindo estatisticamente do lote 2, no período de 96h.

As sementes que foram envelhecidas por 96h, a 45°C, apresentaram as menores porcentagens de germinação em todos os lotes avaliados (Tabela 7). Esse fato pode ser atribuído aos efeitos da temperatura de 45°C, que foram mais drásticos sobre a germinação. Verifica-se que houve diferença entre os lotes, nessa temperatura de exposição, somente quando se utilizaram os períodos de 48 e 72h de envelhecimento, com o lote 3 apresentando menor porcentagem de germinação, podendo ser classificado como de menor vigor, embora não tenha apresentado diferença estatística significativa com o lote 2 no período de 48h de envelhecimento.

De acordo com DIAS & MARCOS FILHO (1995), a exposição das sementes a temperatura e umidade elevadas provoca sérias alterações degenerativas no

metabolismo da semente, desencadeando a desestruturação e perda da integridade do sistema de membranas celulares, causadas, principalmente pela peroxidação de lipídios.

Tabela 6. Análise de variância da porcentagem de germinação para os três lotes de sementes escarificadas de *Macrotyloma axillare* cv. Java em diferentes temperaturas e períodos de envelhecimento.

Causa de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Germinação (%) ¹	
		41°C	45°C
Lotes (L)	2	230,5010**	251,7393**
Períodos (P)	2	57,8720 ^{ns}	8613,9833**
Interação (L x P)	4	144,0764**	87,8588*
Resíduo	27	22,2508	24,4015

Tabela 7. Porcentagem de germinação após o envelhecimento acelerado, com duas temperaturas de exposição e três períodos de envelhecimento em sementes escarificadas de *Macrotyloma axillare* cv. Java.

Lotes	Germinação ¹					
	-----%-----					
	41°C			45°C		
	48h	72h	96h	48h	72h	96h
1	72,25 a	75,01 a	76,27 a	68,43 a	46,43 a	6,63 a
2	66,94 a	75,36 a	64,26 b	61,17 ab	48,17 a	14,58 a
3	73,90 a	62,64 b	61,11 b	57,53 b	34,43 b	7,05 a
C.V.(%)	6,76			12,91		

¹Dados de % de germinação transformados em arcseno \sqrt{x} .

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% (p>0,05) de probabilidade.

Com relação às temperaturas utilizadas no teste verifica-se que, de modo geral, na temperatura de 45°C ocorreram as menores porcentagens de germinação em todos os lotes. Nota-se também que, com exceção do período de 48h na temperatura de 41°C, o lote 3, apresentou menor porcentagem de germinação, estando isso associado com o menor vigor desse lote quando comparado aos demais lotes utilizados.

Na tabela 8 observa-se grande elevação no teor de água das sementes de macrotiloma dos três lotes, envelhecidas a 41° C e 45° C, as quais apresentaram teor de água inicial médio de 8,5% e atingiram o máximo de 51,9% após 96h de permanência na câmara de envelhecimento acelerado. Esse elevado teor de água apresentado pelas sementes após os períodos de envelhecimento provavelmente se deve à escarificação prévia a que às mesmas foram submetidas antes da exposição aos períodos de envelhecimento.

Valores semelhantes aos obtidos nesse trabalho foram observados em sementes de outras espécies, após serem submetidas ao período de tempo recomendado ou sugerido para o envelhecimento acelerado (ISTA, 1995), que tem variado entre 26 e 29% para milho, e entre 47 e 53% para *Festuca arundinacea* Schreb. Em trabalho realizado com sementes de *Acacia polyphylla*, ARAUJO NETO (2001) encontrou 42,2% de teor de água no período de 48 horas.

Com relação aos teores de água obtidos após os períodos de envelhecimento, houve variação máxima entre os lotes de 2,3% quando se utilizou a temperatura de 41°C, e de 1,6% para a temperatura de 45° C. De acordo com MARCOS FILHO (1999b), um dos principais indicadores da uniformidade das condições de envelhecimento acelerado é o teor de água das sementes ao final do teste, pois variações de 3 a 4% entre amostras são consideradas toleráveis.

Tabela 8. Teor de água antes e após o envelhecimento acelerado (EA) nas temperaturas de 41°C e 45° C, nos três períodos avaliados para sementes de três lotes de *Macrotyloma axillare* cv. Java.

Teor de água							
Lotes	Antes EA	Após EA					
	-----%-----	41°C			45°C		
		48h	72h	96h	48h	72h	96h
1	8,38	44,58	49,37	51,81	47,49	49,22	52,07
2	8,49	46,84	48,08	51,31	47,01	48,39	51,53
3	8,63	45,49	47,56	51,30	48,59	48,00	52,13
Média	8,50	45,64	48,34	51,47	47,70	48,54	51,91

4.2.2 Condutividade elétrica

Para a condutividade elétrica verificou-se efeito significativo para lotes, quantidade de água utilizada e períodos de exposição (P) e não se observou efeito significativo para a interação entre os lotes (L) e a quantidade de água utilizada (QA) (Tabela 9), concluindo-se que as quantidades de água utilizadas neste teste não serviram para diferenciar os lotes de sementes.

Analisando os desdobramentos das interações L X P e QA X P (Tabela 10), verificou-se que houve aumento significativo da condutividade à medida que se aumentou o período de embebição, ou seja, uma maior quantidade de lixiviados com o aumento do período de embebição em todos os lotes avaliados. Esse aumento progressivo dos lixiviados com o decorrer do período de embebição se mostra coerente com as observações feitas por LOEFFLER et al., (1988), MARCOS FILHO et al., (1990), MARQUES (2001), e GONÇALVES (2003).

Tabela 9 Análise de variância da condutividade elétrica para os três lotes, utilizando-se 25 sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Java em duas quantidades de água e nove períodos de exposição.

Causa de Variação	GL	Quadrados Médios
		Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ de semente)
Lotes (L)	2	9743,1347**
Quantidade de água (QA)	1	1751231,1800**
Períodos (P)	8	425943,5250**
Interação (L x QA)	2	1186,3442 ^{ns}
Interação (L x P)	16	14,6419*
Interação (QA x P)	8	41038,5323**
Interação (L x QA x P)	16	228,3539 ^{ns}
Resíduo	162	853,8697

^{ns}: não significativo ($p > 0,05$)

** : significativo ($p < 0,01$)

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% ($p > 0,05$) de probabilidade.

Tabela 10. Valores médios de condutividade elétrica para os três lotes de sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Java nas duas quantidades de água e nove períodos de exposição.

Condutividade Elétrica									
(μS/cm/g de semente)									
Lotes	Períodos								
	1h	2h	4h	6h	12h	24h	36h	48h	72h
1	128,06 a	185,58 a	225,90 a	235,53 a	264,56 a	303,92 a	364,66 a	449,57 ab	524,28 b
2	112,56 a	180,43 a	231,59 a	245,13 a	268,47 a	316,73 a	364,28 a	440,29 b	512,42 b
3	125,69 a	191,45 a	238,68 a	253,14 a	271,70 a	319,65 a	385,91 a	481,14 a	590,76 a
Quantidade de água									
25 mL	161,36 a	242,45 a	300,45 a	314,91 a	345,93 a	399,26 a	475,94 a	593,99 a	713,44 a
50 mL	82,85 b	129,19 b	163,67 b	174,29 b	190,56 b	227,60 b	267,30 b	320,01 b	371,53 b
C.V. (%)	9,61								

Verifica-se que não houve diferença significativa entre os lotes até o período de 36h de embebição (Tabela 10). A partir de 48h de embebição nota-se que houve diferença estatística entre os lotes, com o lote 3 apresentando maior valor de condutividade, isto é, maior quantidade de lixiviados na solução para este lote e, conseqüentemente, menor vigor do mesmo, embora não tenha se diferenciado estatisticamente do lote 1 às 48h de exposição.

As sementes provenientes do lote 1 podem ser classificadas como as de melhor potencial fisiológico, por apresentarem menor quantidade de lixiviados, a partir das 4 horas de exposição, mesmo não diferindo significativamente dos lotes 2 e 3, na maioria dos períodos de exposição. Chama-se a atenção quando da interpretação dos resultados de condutividade elétrica, pois altos valores indicam sementes com baixa qualidade fisiológica, e valores baixos são associados a sementes de melhor vigor.

De acordo com ROBERTS (1973) e ANDERSON & BAKER (1983), durante a deterioração da semente, ocorre perda de integridade das membranas, nas organelas que compõem as células, resultando em exsudação de íons, açúcares e metabólitos durante o processo de embebição. Em sementes deterioradas, o mecanismo de reparo na integridade das membranas, está ausente ou é ineficiente ou, ainda, as membranas encontram-se tão profundamente danificadas que o reparo não se realiza (BEWLEY & BLACK, 1994).

Para a interação QA x P, observou-se que, independente da quantidade de água utilizada ocorreu um aumento significativo na condutividade elétrica com o aumento do período de embebição, porém foi verificada uma maior condutividade, em todos os períodos, quando se utilizaram 25mL de água. Esses maiores valores de condutividade elétrica em menores volumes de água são atribuídos ao fato de que a embebição, em um volume maior de água implica em maior diluição dos lixiviados (LOEFFLER et al, 1988).

4.3 Experimentos de disponibilidade hídrica

4.3.1 Efeito da disponibilidade hídrica do substrato, com o uso do Polietilenoglicol (PEG 6000), sobre a germinação

A análise de variância da germinação de sementes dos três lotes avaliados (Tabela 11) mostrou que, houve acentuado efeito da disponibilidade hídrica. Pelos valores do quadrado médio, verifica-se que houve efeito significativo para os fatores isolados potencial osmótico e lote, como também para a interação dos mesmos. Para o IVG o fator lote e a interação L x PO não foram significativos, havendo significância apenas para o potencial osmótico.

Tabela 11. Análise de variância da porcentagem de germinação e do IVG dos três lotes de sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Java em diferentes potenciais osmóticos no substrato.

Causa de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Germinação (%) ¹	IVG (Dias)
Lotes (L)	2	68,2176*	3,6037 ^{ns}
Potencial Osmótico (PO)	6	13904,9182**	1521,2659**
Interação (L x PO)	12	55,2266**	1,9324 ^{ns}
Resíduo	63	16,4278	1,3641
C.V. (%)		12,54	14,63
Médias e teste de Tukey ²			
Lote 1		33,94 A	7,63 A
Lote 2		30,83 B	7,97 A
Lote 3		32,17 AB	8,35 A

¹Dados de % de germinação transformados em $\arcseno \sqrt{x/100}$.

²Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% (p>0,05) de probabilidade

Os desdobramentos dos graus de liberdade dos fatores quantitativos em regressão polinomial encontram-se na Tabela 12. Para a porcentagem de germinação dos três lotes (Figura 3), verifica-se redução com o decréscimo do potencial osmótico da solução. A porcentagem de germinação variou entre 70 e 85% nos potenciais de 0,0 a -0,2 MPa para todos os lotes. Em termos gerais, verificou-se que o potencial osmótico de -0,8 MPa provocou uma redução em torno de 100% na porcentagem de germinação, quando comparada com os valores médios obtidos para a da testemunha (0,0 MPa). Redução significativa da germinação de sementes a partir do potencial de -0,8MPa também foi constatada em soja (NÓBREGA, 1993), soja perene e labe-labe (RODRIGUES et al., 1993a), grão-de-bico (PEREIRA, 1991), alfafa (RODRIGUES et al., 1995) e feijão mungo (ROCHA, 1996).

Tabela 12. Regressão polinomial da porcentagem de germinação e do IVG dos três lotes de sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Java em diferentes potenciais osmóticos no substrato.

Causa de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Germinação (%) ¹			IVG (Dias)
		Lote 1	Lote 2	Lote 3	
R.L. para PEG	1	23330,8002**	25548,3254**	27335,1257**	7184,0591**
R.Q. para PEG	1	798,1055**	2262,9801**	1877,0522**	1811,8279**
R.C. para PEG	1	352,3218**	404,2358**	785,4933**	4,2166 ^{ns}
D.R. para PEG	3	156,2045**	120,9939**	188,7706**	28,4786**
Resíduo	63		16,4278		1,3641

¹Dados de % de germinação transformados em $\arcseno \sqrt{x/100}$

^{ns}: não significativo ($p > 0,05$)

** : significativo ($p < 0,01$)

R.L.: regressão linear;

R.Q.: regressão quadrática;

R.C.: regressão cúbica;

D.R.: desvio da regressão.

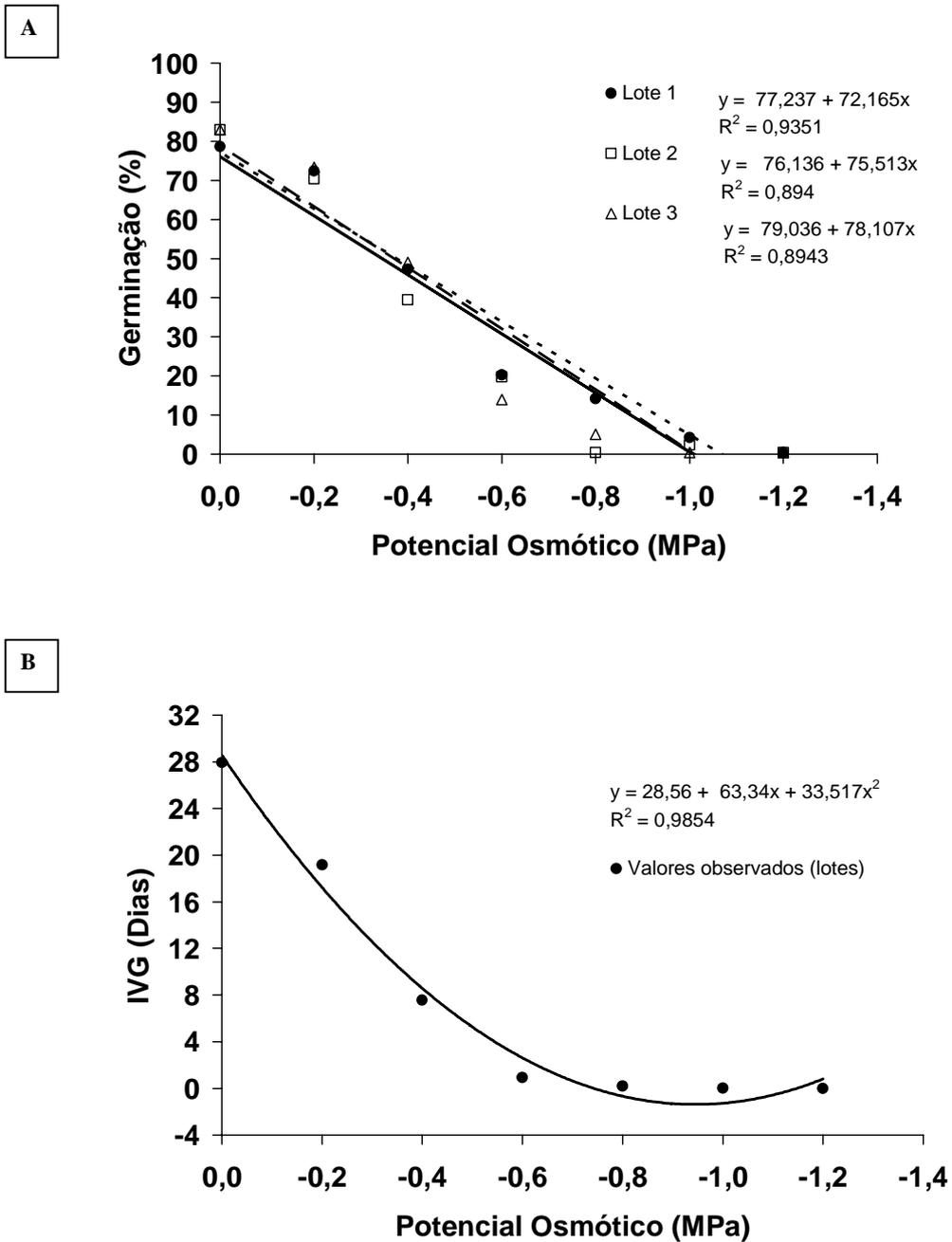


Figura 3. Germinação (A) e Índice de Velocidade de Germinação (B) para os três lotes de sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Java nos diferentes potenciais osmóticos do substrato no 25º dia após a semeadura.

Com exceção para os potenciais osmóticos de -0,4 e - 0,8 MPa, não se observaram diferenças significativas entre os lotes dentro de um mesmo potencial osmótico, para a porcentagem de germinação. Nos potenciais osmóticos de -0,4 e -0,8 MPa, o lote 2 apresentou menor porcentagem de germinação do que os demais lotes, não se diferenciando estatisticamente do lote 3 no potencial de -0,8 MPa. Isso mostra maior sensibilidade desses lotes ao estresse hídrico. Nos potenciais subsequentes a germinação foi baixa e não significativa para todos os lotes. Em estudos com sementes de forrageiras, ADEGBUYI et al., (1981) verificaram diferenças discrepantes entre os lotes quando submetidos a condições de estresse hídrico, utilizando soluções de polietilenoglicol, atribuindo estas diferenças ao histórico dos lotes de sementes.

Com exceção do lote 2, as sementes germinaram até o potencial de -0,8 MPa, implicando um limite de tolerância das sementes entre -0,8 e -1,0 MPa. Segundo MAYER & POLJAKOFF-MAYBER (1975) os decréscimos na porcentagem de germinação nos níveis mais baixos de potencial osmótico estão relacionados a uma carência de energia para desencadear os processos germinativos, uma vez que a absorção de água se processa de maneira mais lenta. BARRUETO et al., (1981), em *Cratylia floribunda*, observaram que baixas tensões hídricas acarretam em queda na atividade respiratória, que, reduzida a valores mínimos, não atinge a inibição total, mas provoca decréscimos ou, até mesmo, inibição da germinação.

Efeitos do potencial hídrico na germinação de sementes forrageiras foram relatadas por HAGON & CHAN (1977), os quais observaram que o potencial hídrico de -3 bars foi crítico para a germinação de algumas forrageiras nativas, tais como *Themeda*, *Botriochloa* e *Danthonia*, ao passo que, para *Stipa* só foi crítico a -8 bars.

Para o índice de velocidade de germinação (IVG) observou-se significância entre os potenciais osmóticos, porém, não foram observadas diferenças significativas entre os lotes de sementes e nem para a interação lotes x potenciais osmóticos (Tabela 11).

Os dados do IVG submetidos à análise de regressão encontram-se na figura 2B. Verifica-se um decréscimo no IVG com a diminuição do potencial osmótico até o potencial de -0,6 MPa, a partir desse, o IVG foi constante e igual a zero, até o potencial osmótico de -1,2 MPa.

4.3.2 Experimento de germinação sob diferentes disponibilidades hídricas no solo

O resultado da análise de variância para a germinação e índice de velocidade de germinação de sementes nas disponibilidades hídricas de 60, 45 e 35% da capacidade de campo no solo, apontou diferenças significativas somente para as disponibilidades hídricas (Tabela 13). Observa-se que os lotes não tiveram comportamento diferenciado quanto à porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e interação entre os fatores.

Tabela 13. Análise de variância da porcentagem de germinação e do IVG dos três lotes de sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Java em diferentes disponibilidades hídricas no substrato.

Causa de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Germinação (%) ¹	IVG (Dias)
Lotes (L)	2	94,7031 ^{ns}	1,9522 ^{ns}
Disponibilidade Hídrica (DH)	2	13785,4856 ^{**}	161,6000 ^{**}
Interação (L x DH)	4	154,8928 ^{ns}	2,5964 ^{ns}
Resíduo	27	120,6077	2,8031
C.V. (%)		23,96	43,73
Médias e teste de Tukey ²			
Lote 1		43,30 A	4,11 A
Lote 2		48,85 A	4,01 A
Lote 3		45,34 A	3,37 A

¹Dados de % de germinação transformados em arcseno $\sqrt{x/100}$.

²Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% ($p>0,05$) de probabilidade.

Para a variável disponibilidade hídrica, a análise de regressão da porcentagem de germinação e IVG em resposta aos estresses, revelaram respostas significativas (Tabela 14; Figura 4). Independentemente dos lotes, verificou-se uma diminuição na porcentagem de germinação proporcionalmente ao aumento do estresse hídrico (Figura 4A), com redução mínima de 48 e 68% nos valores médios da porcentagem de germinação, nos tratamentos de 45 e 35% da capacidade de campo, respectivamente, em relação ao tratamento controle (60%). Estes resultados indicam que as sementes de *Macrotyloma* são sensíveis à deficiência hídrica no substrato durante o período de germinação.

Semelhante ao comportamento da porcentagem de germinação, verificou-se que o IVG diminuiu com o decréscimo da disponibilidade hídrica (Figura 4B), não sendo observadas diferenças significativas entre os estresses moderado (45% da capacidade de campo) e severo (35% da capacidade de campo) pela análise de variância realizada.

Tabela 14. Regressão polinomial da porcentagem de germinação e IVG para os três lotes de sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Java em diferentes disponibilidades hídricas no substrato.

Causa de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Germinação (%) ¹	IVG (Dias)
R.L. para DH	1	27430,9204**	282,2183**
R.Q. para DH	1	140,0845 ^{ns}	40,9818**
Resíduo	27	120,6077	2,8031

¹Dados de % de germinação transformados em arc seno $\sqrt{x/100}$

^{ns}: não significativo ($p > 0,05$)

** : significativo ($p < 0,01$)

R.L.: regressão linear;

R.Q.: regressão quadrática;

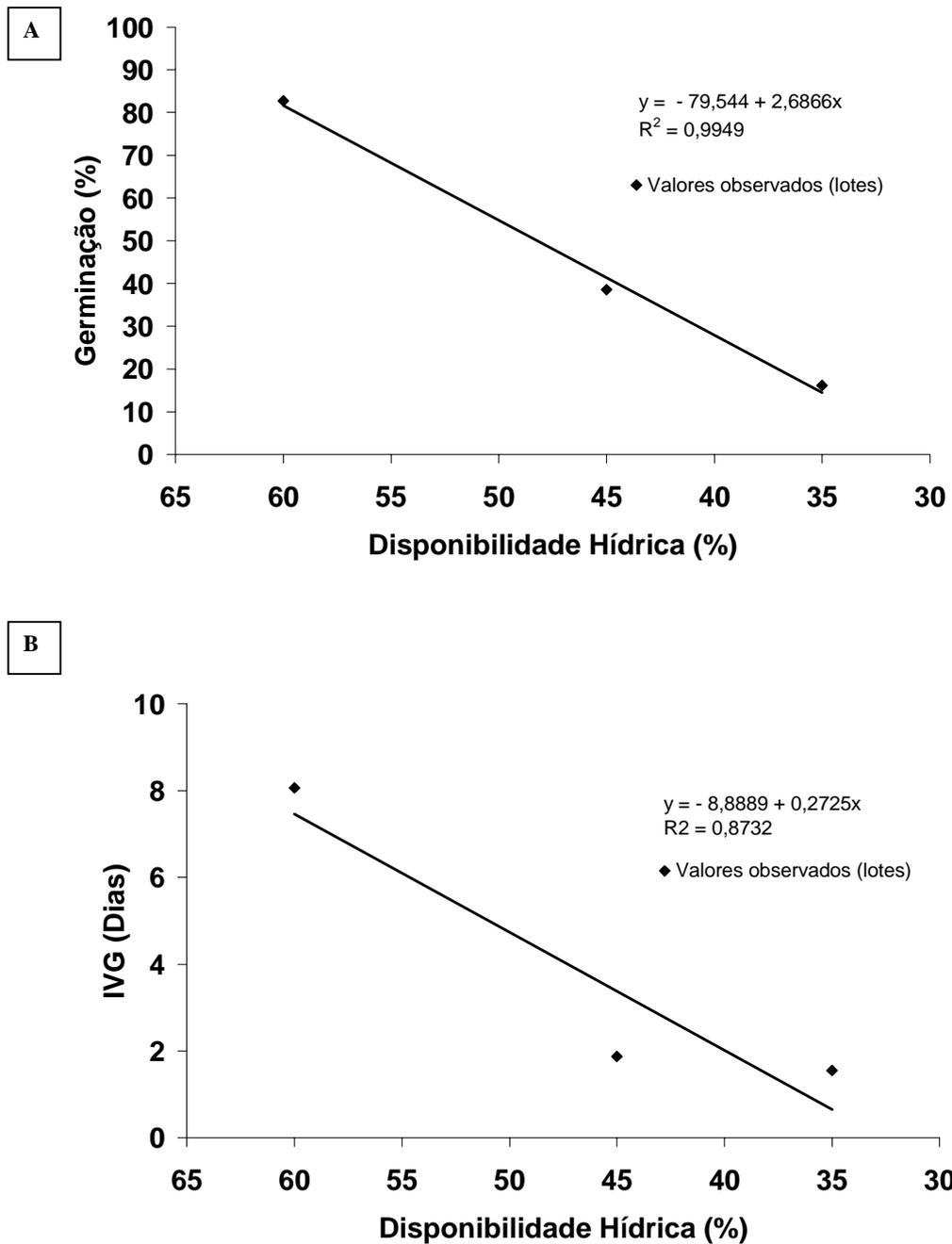


Figura 4. Germinação (A) e Índice de Velocidade de Germinação (B) dos três lotes de sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Java nas disponibilidades hídricas de 60, 45 e 35% da capacidade de campo do solo no 25º dia após a semeadura.

4.4 Experimento de crescimento inicial sob deficiência hídrica no solo

4.4.1 Parte aérea

A análise de variância das características fisiológicas da parte aérea das plântulas que se desenvolveram nas disponibilidades hídricas de 60, 45 e 35% (Tabela 15) evidencia que, para o fator lotes (L), houve diferença significativa somente para a variável altura de plântula. Para o fator disponibilidade hídrica (DH) observou-se diferença significativa para todas as variáveis avaliadas e para a interação entre os fatores (L x DH) houve interação significativa para altura de plântula, massa fresca de folhas e área foliar.

O desdobramento dos graus de liberdade e a significância para a regressão polinomial encontram-se na tabela 16. Observou-se diminuição na altura da plântula à medida que diminuiu a disponibilidade hídrica no solo (Figura 5A), verificando-se também diferença estatística significativa entre os lotes para essa variável. Nota-se que as plântulas provenientes do lote 1 apresentaram-se com menor altura no tratamento de 60%, sem restrição hídrica, quando comparados aos lotes 2 e 3.

Para as disponibilidades hídricas de 45% e 35% não houve diferença estatística significativa entre os lotes, porém verificou-se menor amplitude de variação entre os valores médios de altura para o lote 1, que apresentou variação de 2,22 cm entre os tratamentos de 60 e 45%, seguidos dos lotes 2 (3,25 cm) e 3 (3,52 cm). Salienta-se que a altura é um indicador potencial do vigor da planta e este parâmetro é muito sensível ao estresse hídrico devido a menor turgescência celular, a qual diminui a expansão celular e, conseqüentemente, o alongamento caulinar (KRAMER, 1969).

Para o número de folhas, simples e compostas, os resultados foram similares para todos os lotes, verificando-se um decréscimo com a diminuição da disponibilidade hídrica (Figura 5B).

Tabela 15. Análise de variância e teste de Tukey das avaliações fisiológicas da parte aérea (altura, número de folhas simples e compostas, massa fresca de folhas, massa fresca de caules e área foliar) de plântulas dos três lotes de *Macrotyloma axillare* cv. Java, sob condições de diferentes disponibilidades hídricas no solo, 14 dias após a semeadura.

Causa de Variação	GL	Valores de F									
		Altura (cm)	Número de Folhas ¹		Massa Fresca de		Área Foliar (cm ²)	Massa Seca de		Massa Seca de Caules	
			Simples	Compostas	Folhas	Caules		Folhas	Caules		
Lotes (L)	2	6,8932**	1,0000 ^{ns}	1,0000 ^{ns}	0,2552 ^{ns}	1,4752 ^{ns}	1,5206 ^{ns}	0,4278 ^{ns}	0,8413 ^{ns}		
Disponibilidade Hídrica (DH)	2	565,0479**	3245,8485**	1637,4782**	281,1998**	313,8012**	236,0548**	135,4014**	50,6401**		
Interação (L x DH)	4	4,0077**	1,0000 ^{ns}	1,0000 ^{ns}	4,8743**	1,8208 ^{ns}	7,1177**	2,2846 ^{ns}	0,9351 ^{ns}		
C. V. (%)		17,62	5,79	13,72	29,21	22,96	33,37	37,58	53,31		
Médias e teste de Tukey²											
Lote 1		2,7611 B	0,9556 A	0,4246 A	0,0209 A	0,0129 A	1,5495 A	0,0020 A	0,0010 A		
Lote 2		3,3833 A	0,9785 A	0,4017 A	0,0219 A	0,0146 A	1,8803 A	0,0019 A	0,0010 A		
Lote 3		3,3278 A	0,9785 A	0,4017 A	0,0224 A	0,0144 A	1,7652 A	0,0018 A	0,0008 A		

^{ns}: não significativo (p > 0,05);

*: significativo (p < 0,05);

** : significativo (p < 0,01)

¹ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% (p > 0,05) de probabilidade.

Tabela 16. Regressão polinomial das características fisiológicas da parte aérea de plântulas dos três lotes de sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Java em diferentes disponibilidades hídricas no substrato.

Causa de Variação	GL	Valores de F		
		Número de Folhas ¹		Massa Fresca de Caule
		Simples	Compostas	
R.L. para DH	1	4220,8750**	2719,1875**	445,1845**
R.Q. para DH	1	2210,4548**	509,8438**	15,3579**
Resíduo	45			
		Massa Seca de Folhas		Massa Seca de Caule
R.L. para DH	1	225,4806**		70,8112**
R.Q. para DH	1	1,0117 ^{ns}		14,2424**
		Altura		
		Lote 1	Lote 2	Lote 3
R.L. para DH d. L	1	258,1260**	427,5504**	273,3595**
R.Q. para DH d. L	1	11,1066**	7,5594**	14,5065**
		Massa Fresca de Folhas		
		Lote 1	Lote 2	Lote 3
R.L. para DH d. L	1	116,5719**	192,5069**	290,1704**
R.Q. para DH d. L	1	1,8871 ^{ns}	7,4862*	4,7018*
		Área Foliar		
		Lote 1	Lote 2	Lote 3
R.L. para DH d. L	1	86,6867**	225,2474**	168,5900**
R.Q. para DH d. L	1	0,9102 ^{ns}	14,7448**	4,4792*

¹Dados de números de folhas simples e compostas transformados em $\sqrt{x + 0,05}$

^{ns}: não significativo (p > 0,05)

** : significativo (p < 0,01)

R.L.: regressão linear;

R.Q.: regressão quadrática;

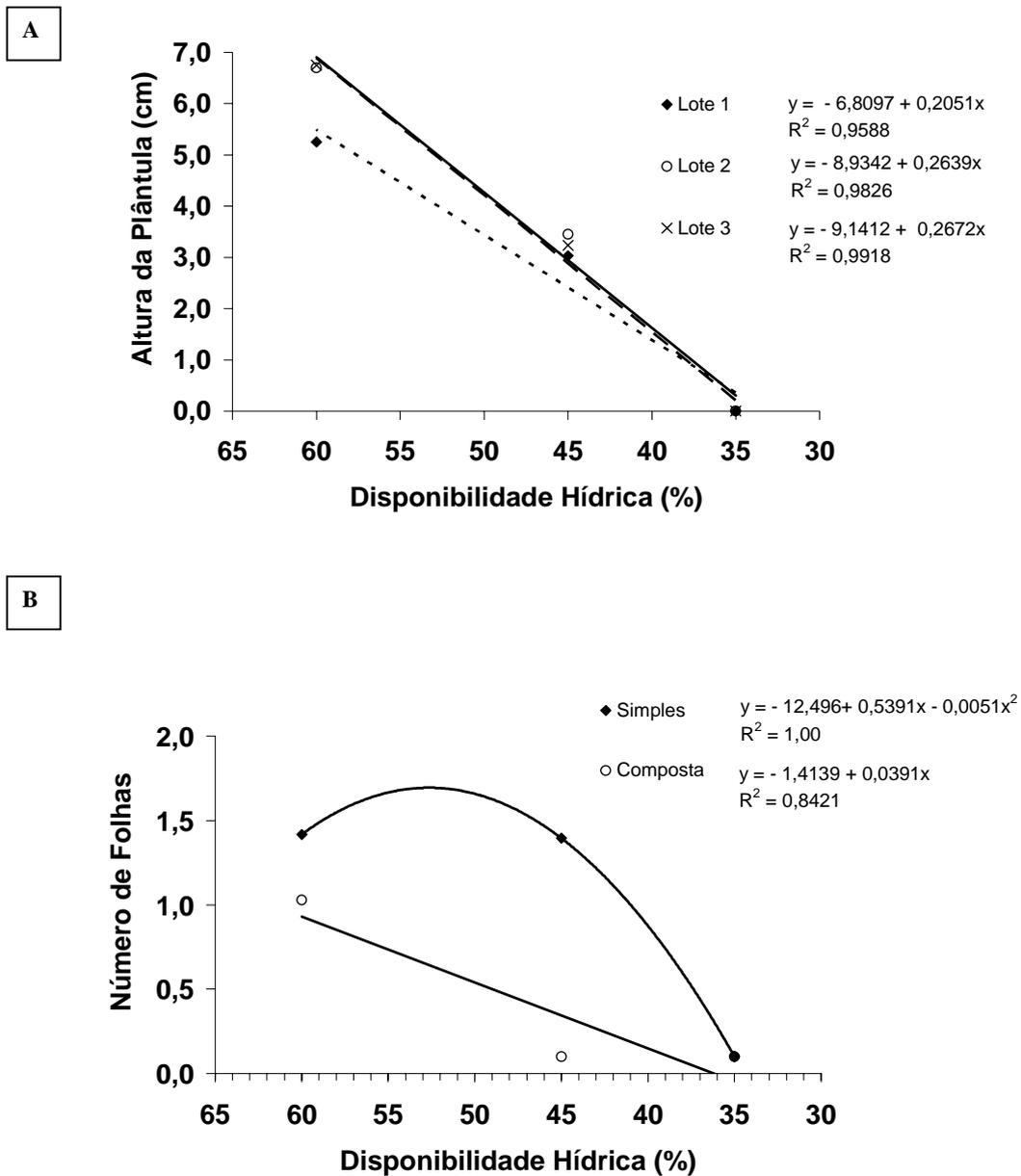


Figura 5. Altura de plântula e número de folhas de plântulas originadas de três lotes de sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Java sob diferentes disponibilidades hídricas no substrato com avaliação no 14º dia após a semeadura.

Para área foliar e massa fresca de folhas os resultados foram similares para todos os lotes (Figura 6-A e B) verificando-se um decréscimo significativo, em ambos os parâmetros, com a diminuição da disponibilidade hídrica. MUCHOW (1982) e WILSON & MUCHOW (1983), trabalhando com guandu, verificaram acentuada redução da área foliar (38 a 51%) sob deficiência hídrica no solo. O primeiro efeito da falta de água no solo é o decréscimo no alongamento celular, devido à diminuição da turgescência celular, que resulta na redução do desenvolvimento da área foliar (LUDLOW et al., 1980). Embora a redução na expansão celular e no crescimento da planta, seja sempre atribuída à redução na expansão celular (CHARTZOULAKIS et al., 1993), ressalta-se que o crescimento é decorrente do alongamento irreversível das células por meio do influxo de água. Entretanto, o crescimento vegetal é caracterizado também por diferenciação celular, multiplicação de membranas, organelas, aumento dos teores de proteínas e aumento no material que forma a parede celular, sendo que condições de deficiência hídrica são deletérias para o adequado crescimento vegetal (HSIAO, 1973).

As plântulas originadas de sementes do lote 1 apresentaram menor valor de área foliar ($3,12 \text{ cm}^2$) no tratamento de 60%, seguidos dos lotes 3 ($4,22 \text{ cm}^2$) e 2 ($4,82 \text{ cm}^2$), respectivamente (Figura 6A). Porém no tratamento de 45%, estresse moderado, nota-se uma inversão, constatando-se maiores valores médios para os lotes 1, 3 e 2, respectivamente. Comportamento semelhante foi observado para a massa fresca de folhas (Figura 6B).

Estes resultados evidenciam a importância da qualidade das sementes na resposta ao estresse hídrico concordando com citação de MARCOS-FILHO (1986), de que sementes com baixa qualidade fisiológica são mais prejudicadas pelo estresse hídrico.

Quanto aos efeitos da disponibilidade hídrica na massa seca de folhas e massa fresca de caule, verificou-se que houve uma diminuição linear nos valores de ambos os parâmetros avaliados, proporcional ao aumento do estresse (Figura 7-A e B). Para a massa seca de caule (Figura 8), observou-se também uma tendência linear negativa em resposta à diminuição da disponibilidade hídrica no solo.

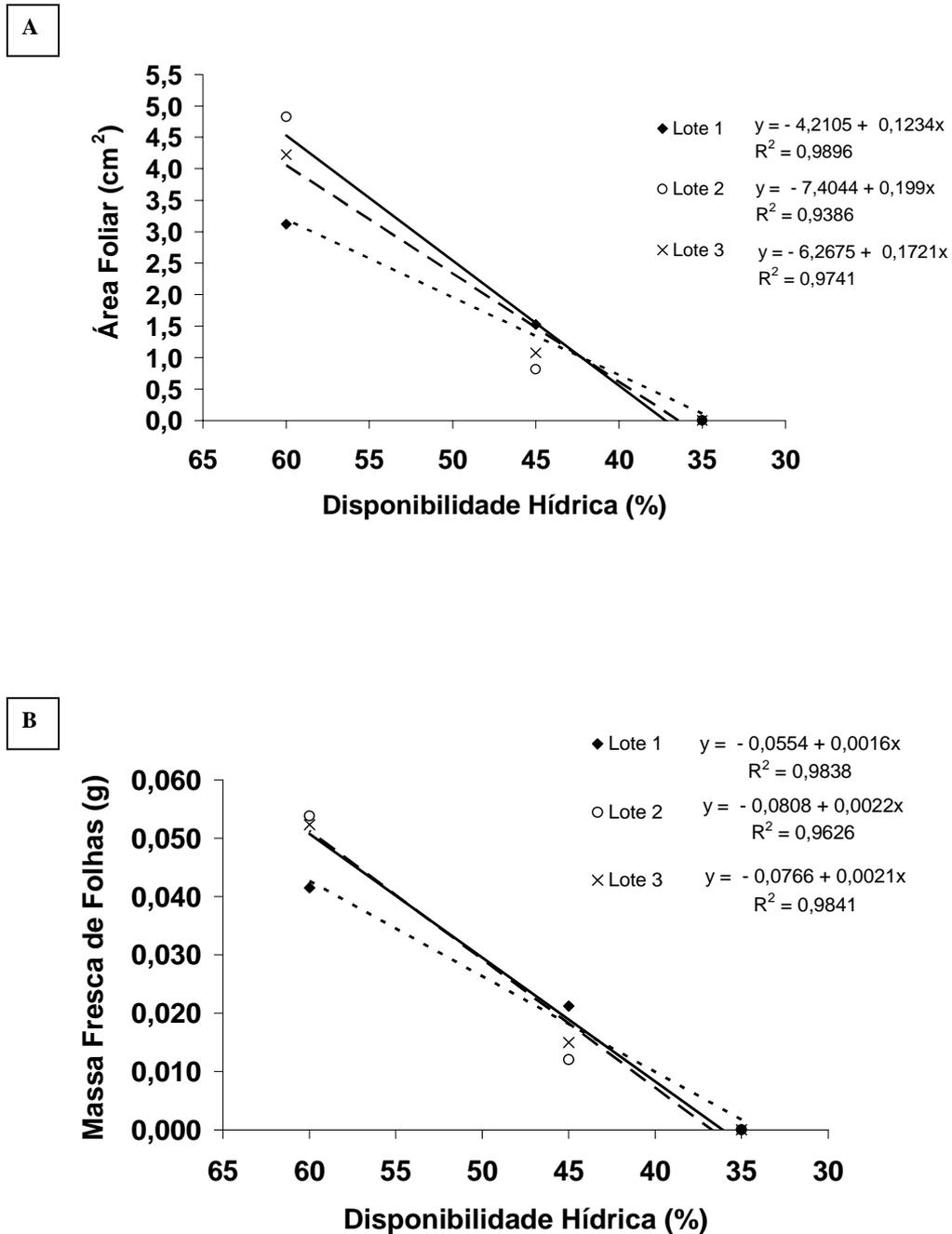
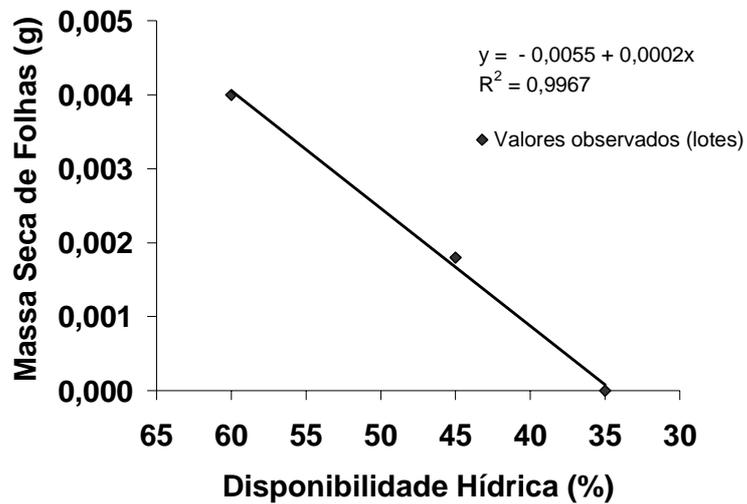


Figura 6. Área foliar e massa fresca de folhas de plântulas originadas de três lotes de sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Java sob diferentes disponibilidades hídricas no solo com avaliação no 14^o dia após a semeadura.

A



B

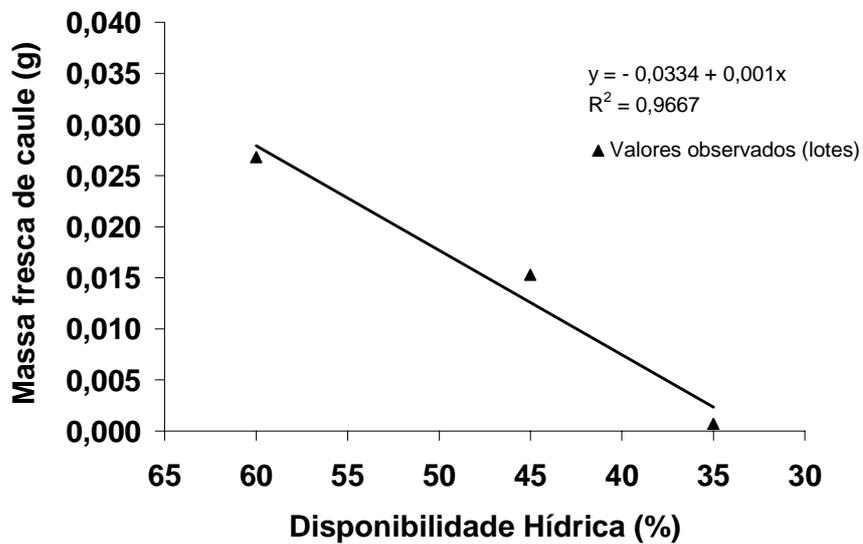


Figura 7. Massa seca de folhas e massa fresca de caule de plântulas originadas de três lotes de sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Java sob diferentes disponibilidades hídricas no substrato com avaliação no 14º dia após a semeadura.

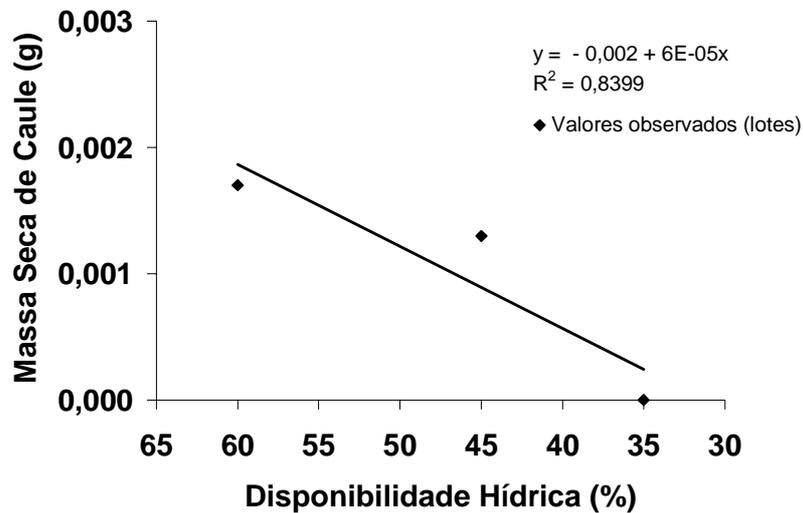


Figura 8. Massa seca de caule de plântulas originadas de três lotes de sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Java sob diferentes disponibilidades hídricas no substrato com avaliação no 14º dia após a semeadura.

4.4.2 Sistema radicular

Na análise de variância das avaliações fisiológicas do sistema radicular (Tabela 17) verifica-se diferença estatística significativa para os parâmetros massa fresca de raízes e diâmetro de raízes. Para os demais parâmetros avaliados (comprimento de raízes, área de raízes, massa seca e densidade de raízes) não se verificou efeito significativo da disponibilidade hídrica.

Para a interação disponibilidade hídrica e lotes (DH x L), o desdobramento da massa fresca e diâmetro de raízes, para os três lotes em resposta aos estresses revelou respostas significativas (Tabela 18).

Tabela 17. Análise de variância e teste de Tukey das avaliações fisiológicas do sistema radicular (comprimento das raízes, área de raiz, massa fresca e seca de raízes, diâmetro de raízes e densidade de raízes) de plântulas dos três lotes de *Macrotyloina axillare* cv. Java, sob condições de diferentes disponibilidades hídricas no substrato, 14 dias após a semeadura.

Causa de Variação	GL	Valores de F										
		Comp. das Raízes (mm)	Área de Raízes (mm ²)	Massa Fresca de Raízes (g)	Massa Seca de Raízes (g)	Diâmetro das Raízes (mm)	Densidade de Raízes (mm/cm ³)	Comp. das Raízes (mm)	Área de Raízes (mm ²)	Massa Fresca de Raízes (g)	Massa Seca de Raízes (g)	
Lotes (L)	2	0,3202 ^{ns}	0,3738 ^{ns}	2,9038 ^{ns}	0,5854 ^{ns}	2,4764 ^{ns}	0,3208 ^{ns}					
Disponibilidade Hídrica (DP)	2	1,2435 ^{ns}	0,1191 ^{ns}	46,2908 ^{**}	0,9742 ^{ns}	10,5841 ^{**}	1,2433 ^{ns}					
Interação (L x DP)	4	0,8002 ^{ns}	0,6407 ^{ns}	4,1618 ^{**}	0,2475 ^{ns}	3,6794 [*]	0,8003 ^{ns}					
Resíduo	45	-	-	-	-	-	-					
CV (%)		32,26	40,29	37,42	63,47	17,42	32,26					
Médias e teste de Tukey¹												
Lote 1		96,5308 A	30,9334 A	0,0108 A	0,0010 A	0,3161 A	0,3218 A					
Lote 2		88,9169 A	27,7258 A	0,0123 A	0,0010 A	0,3076 A	0,2964 A					
Lote 3		90,8208 A	30,4260 A	0,0146 A	0,0013 A	0,3473 A	0,3027 A					

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% (p>0,05) de probabilidade

^{ns}: não significativo (p >0,05);

*: significativo (p<0,05);

** : significativo (p< 0,01)

Tabela 18. Regressão polinomial das avaliações do sistema radicular das plântulas originadas dos três lotes de sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Java em diferentes disponibilidades hídricas no solo.

Causa de Variação	GL	Valores de F		
		Massa Fresca de Raízes		
		Lote 1	Lote 2	Lote 3
R.L. para DH d. L	1	6,0800*	48,4211**	57,4532**
R.Q. para DH d. L	1	0,5326 ^{ns}	1,1798 ^{ns}	1,9346 ^{ns}
Resíduo	45			
		Diâmetro de Raiz		
		Lote 1	Lote 2	Lote 3
R.L. para DH d. L	1	0,009 ^{ns}	2,09 ^{ns}	13,34**
R.Q. para DH d. L	1	0,0001 ^{ns}	8,28**	11,81**
Resíduo	45			

^{ns}: não significativo ($p > 0,05$)

** : significativo ($p < 0,01$)

R.L.: regressão linear;

R.Q.: regressão quadrática;

Semelhante aos resultados encontrados para os parâmetros da parte aérea, verificou-se menor valor de massa fresca de raiz para o lote 1 do que para os demais lotes avaliados no tratamento de 60% (Figura 9A), como também menor amplitude de variação entre os tratamentos de disponibilidade hídrica, para este lote.

Para o diâmetro das raízes (Figura 9B), não foi observada diferença estatística significativa para o lote 1, ou seja, os valores médios do diâmetro para esse lote mantiveram-se constantes, independentemente da disponibilidade hídrica. Verificou-se baixa variação entre os valores para os tratamentos de 60 e 45%, com os lotes 2 e 3 apresentando valores médios de diâmetro das raízes de 0,30 mm e 0,31 mm, para o tratamento de 60% e de 0,26 mm e 0,29 mm para o tratamento de 45%, respectivamente.

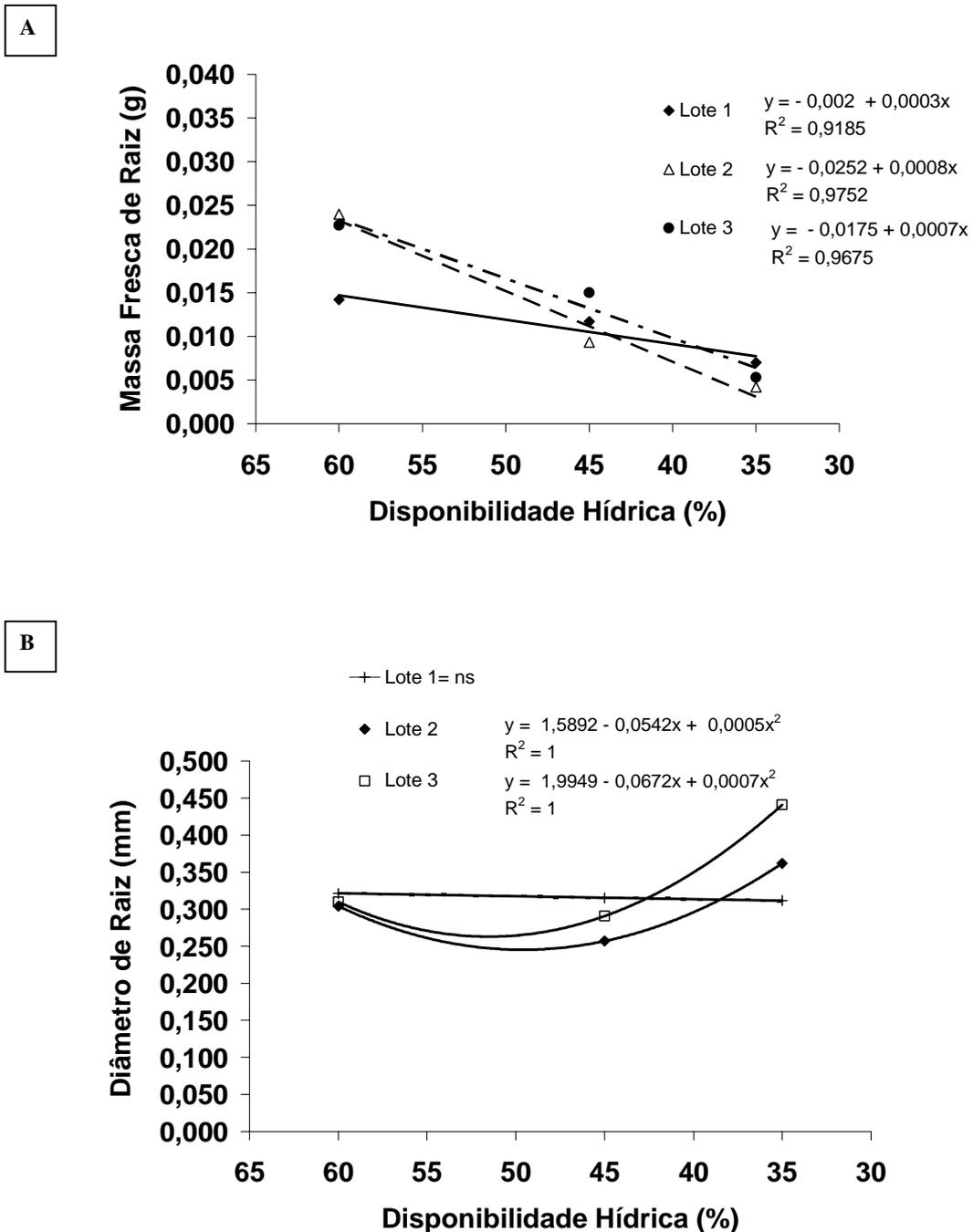


Figura 9. Massa fresca e diâmetro das raízes de plântulas originadas de três lotes de sementes de *Macrotyloma axillare* cv. Java sob diferentes disponibilidades hídricas no solo com avaliação no 14^o dia após a semeadura.

Para o tratamento de 35% de disponibilidade hídrica verificou-se acentuado acréscimo nos valores do diâmetro para esses dois lotes. De acordo com FERREIRA (2001), menor redução na produção de fitomassa radicular, em relação à da parte aérea, auxilia na exploração do solo, para captação da água disponível, nas plantas submetidas a estresse hídrico severo.

Pode-se visualizar pelos resultados que, o tratamento de estresse hídrico severo (35%) causou maior redução na massa fresca das raízes em todos os lotes (Figura 9A) e o tratamento de estresse hídrico moderado (45%) ocasionou um menor diâmetro das raízes nas plântulas provenientes dos lotes 2 e 3 (Figura 9B). Resultados semelhantes para o tratamento de estresse moderado de 40% foram obtidos por MARIN (2003) trabalhando com a leguminosa forrageira guandu (*Cajanus cajan* L).

FERREIRA (2001) associou o elevado crescimento do sistema radicular, em massa seca, da leguminosa forrageira cunhã (*Clitoria ternatea* L), no tratamento de 20% em função do próprio calibre (diâmetro) e não do comprimento das raízes.

Verificou-se, de modo geral, maiores efeitos significativos da disponibilidade hídrica do solo nos componentes fisiológicos da parte aérea das plântulas do que nos componentes do sistema radicular.

Segundo TONIN (1997) quando ocorre estresse hídrico, os diferentes componentes do desempenho germinativo são reduzidos, assim, a capacidade de germinar seria o menos sensível, o desenvolvimento da parte aérea o mais sensível e o desenvolvimento da parte subterrânea o de sensibilidade intermediária.

5. CONCLUSÕES

Diferenças no potencial fisiológico inicial de sementes escarificadas dos três lotes de *Macrotyloma axillare* cv. Java, puderam ser observadas pelo teste de germinação, que apresentou valores médios de porcentagem de germinação mínima, superior ao estabelecido nos padrões de comercialização de sementes para essa espécie (60%).

Os testes de primeira contagem e índice de velocidade de germinação não foram sensíveis para detectar diferenças no potencial fisiológico das sementes dos lotes avaliados.

O envelhecimento acelerado pode ser realizado com sementes escarificadas na temperatura de 41° C por um período mínimo de 72 horas ou a 45° C durante 48 horas para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de macrotiloma.

O teste de condutividade elétrica mostrou-se apropriado para diferenciar os lotes de sementes escarificadas de macrotiloma a partir de 48 horas de embebição.

As sementes provenientes do lote 3 apresentaram potencial fisiológico inferior aos demais lotes avaliados, que foi classificado como o lote de menor vigor.

Em condições de laboratório, houve redução progressiva e significativa da germinação e do IVG de sementes de macrotiloma quando o potencial hídrico do substrato decresceu de 0,0 até -0,6 MPa.

Houve decréscimo na germinação e no índice de velocidade de germinação das sementes de macrotiloma quando a disponibilidade hídrica no solo decresceu de 60% para 45 e 35% da capacidade de campo.

Todas as características fisiológicas avaliadas, da parte aérea das plântulas de macrotiloma foram prejudicadas pela redução da disponibilidade hídrica do solo, notadamente, os parâmetros altura de plântula, massa fresca de folhas e área foliar.

Quanto ao sistema radicular houve redução da massa fresca de raiz e o aumento do diâmetro das raízes quando a deficiência hídrica foi severa (35%) o que aparentemente indica um mecanismo de adaptação à seca da macrotiloma.

6. REFERÊNCIAS

ABRASEM (Associação Brasileira de Sementes e Mudas). **Anuário 2006 – Consolidando o sistema sementeiro junto ao Agronegócio Nacional**, 2006. 86p.

ADEGBUYI, E.; COOPER, S. R.; DON, R. Osmotic priming of some herbage grass seed using polyethylene glycol (PEG). **Seed Science and Technology**, Zurich, v.9, n.3, p.867-878,1981.

AGUIAR, I. B.; SADER, R.; KRONKA, S. N.; TAKAOKA, N. M. Efeitos do tamanho sobre o potencial de armazenamento de sementes de *Eucalyptus citriodora* Hook. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.1, p.63-72, 1987.

AGUILERA, L. A.; MELO, P. T. B. S.; MAIA, M. S.; VILLELA, F. A. Testes para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 2, p.108-112, 2002.

ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. **Plantas Forrageiras: gramíneas e leguminosas**. 2 ed. São Paulo: Nobel, 1983.

ALCÂNTARA, P. B.; USBERTI FILHO, J. A. Pastagens. **Cultivar Bovinos**, v.2, n.17, p. 8-9. 2005.

ALLEN, O. N.; ALLEN, E. K. **The leguminosae. A Source Book of Characteristics, Uses and Nodulation**. (The University of Wisconsin Press: Madison). 1981.

ANDERSON , J. D.; BAKER, J. E. Deterioration of seeds during aging. **Phytopathology**, Saint Paul, v.73, n.2, p.321-325, 1983.

ANDRADE, R. P. Origem e multiplicação de sementes genéticas de forrageiras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.111, 1984.

ARAÚJO NETO, J. C. **Caracterização, germinação e armazenamento de sementes de *Acacia polyphylla* DC.** 2001. 109f. Tese (Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola.** 2 ed. Jaboticabal, FUNEP, 1992. 247p.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola.** 4 ed. Jaboticabal, FUNEP, 2006. 237p.

BARCELLOS, A.O.; VILELA, L. Leguminosas forrageiras tropicais: estado da arte e perspectivas futuras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA, 1994, Maringá. Anais... Maringá: EDUEM, 1994, p. 1-56.

BARNES, R. F.; MILLER, D. A.; NELSON, C. J. **Forages. An introduction to grassland agriculture.** Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA, v.I, 5th edition, 516p. 1995.

BARRUETO, L. P.; OLIVA, M. A.; CARDOSO, A. A. Efeito do potencial hídrico sobre a embebição, a respiração e a germinação da leguminosa *Cratylia floribunda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.16, p.883-890, 1981.

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

BLAKE, T.J. Transplanting shock in white spruce: Effect of cold storage and root pruning on water relations and stomatal conditioning. **Plant Physiology**, Lancaster, v.57, p.210-216, 1993.

BLASER, R.E. Integrated pasture and animal management. **Tropical Grasslands**, Melbourne, v.16, 1, p. 9-24, 1982.

BLUMENTHAL, M. J.; STAPLES, I. B. Origin, evaluation and use of *Macrotyloma* as forage – a review. **Tropical Grasslands**. V.27, p.16-29, 1993.

BONNER, F.T.; VOZZO, J.A.; ELAN, W.W.; LAND-JR., S.B. **Tree seed technology training course: student outline**. New Orleans: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 81p. (General Technical Report, SO-107). 1994.

BORGES, E. E. L.; VASCONCELOS, P. C. S.; CARVALHO, D. V.; BORGES, R. C. G. Estudos preliminares sobre o efeito do estresse hídrico na germinação de sementes de Jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra*) e Cedro Rosa (*Cedrela fissilis*). **Revista Brasileira de Sementes**, v.14, n.2, p.115-118, 1991.

BOYER, J. S. Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean and sunflower at various leaf water potentials. **Plant Physiology**, Lancaster, v.46, n.2, p.233-235, 1970.

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

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 3 ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

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

CASTRO, C. R. T.; SILVA, R. F.; ALVARENGA, E. M. Interação entre idade, armazenamento e coloração com a dureza tegumentar de sementes de *Stylosanthes capitata* Vog. **Revista Brasileira de Sementes**, v.15, p.37-42, 1993.

CAVALCANTE, A.M.B.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos dos estresses hídrico e salino sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p.281-289, 1995.

CHARTZOULAKIS, K.; NOITSAKIS, B.; THERIOS, I. Photosynthesis, plant growth and dry matter distribution in kiwifruit as influenced by water deficits. **Irrigation Science**, Berlin, v.14, p.1-5, 1993.

COSTA, F. F. **Efeitos de déficits hídricos no crescimento, desenvolvimento e produção de cultivares do algodoeiro herbáceo**. Campina Grande: UFPB, 1985. 92p. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola).

DEMINICIS, B. B.; ALMEIDA, J. C.C.; BLUME, M. C.; ARAÚJO, S. A. C.; PÁDUA, F. T.; ZANINE, A. M.; JACCOUD, C. F. Superação da dormência de sementes de oito leguminosas forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v.55, n.212, p.401-404, 2006.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: Condutividade elétrica. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.5, n.1, p.26-36, 1995.

DIAS FILHO, M. B.; CORSI, M.; CUSATO, S. Respostas morfológicas de *Panicum maximum*, Jacq. cv. Tobiata ao estresse hídrico. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 24, p. 893-898, 1989.

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 de vagem e quiabo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.408-413, 1998.

DINIZ, M. C. M. M. **Desenvolvimento e rebrota da cunhã (*Clitoria ternatea* L.) sob estresse hídrico, em associação com fungos micorrízicos- *Bradyrhizobium***. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 1999.

DUBOC, E.; SANTANA, D. G.; CARVALHO, M.; VIEIRA, M. G. G. C. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Leucaena leucocephala*. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.3, n.3, p.120, 1993.

FERREIRA, V. M. **Aspectos fisiológicos de cunhã (*Clitoria ternatea* L) submetida a estresse hídrico e sombreamento**. 2001. 109f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; ALTUVE, S. M.; ALVARENGA, E. M. Efeito do potencial hídrico na germinação de sementes de três gramíneas forrageiras tropicais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.1, p.9-15, 1998.

GARCIA, D. C.; MENEZES, N. L. de. Teste de envelhecimento precoce para sementes de azevém, aveia preta e milheto. **Ciência Rural**, v.29, n. 2, p.233-237, 1999.

GHOLZ, H. L.; EWEL, K. C.; TESKEY, R. O. Water and forest productivity. *Forest Ecological Management*, Amsterdam, v. 30, n.1, p.1-18, 1990.

GOMIDE, J.A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO. GOMIDE, J.A. (ed.), **Anais...** Viçosa, 1997, p.411-430, 1997.

GONÇALVES, E. P. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam) por meio de diferentes testes de vigor.** 2003. 64f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

GURMU, M.; NAYLOR, R. E. L. Effects of low water availability on germination of two sorghum cultivars. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.19, p.373-383, 1991.

HAGON, M. W.; CHAN, C. The effects of moisture stress on the germination of some Australian native grass seeds. **Australian Journal Experimental Agriculture And Husbandry**, v.17, p.86-89, 1977.

HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. **Handbook of vigour test methods.** 3. ed. Zurich: ISTA, 1995. 117p.

HARDEGREE, S. P.; EMMERICH, W. E. Effect of polyethylene glycol exclusion on the water potential of solution-saturated filter paper. **Plant Physiology**, Rockville, v.92, n.2, p.462-466, 1992.

HASEGAWA, P.M.; BRESSAN, R.A.; HANDA, S.; HANDA, A.K. Cellular mechanisms of tolerance to water stress. **HortScience**, Alexandria, v.19, n.3, p.371-377, 1984.

HARLAN, J. R. Breeding superior forage plants for the great plains. **Journal of Range Management**, v. 13, n. 12, p. 86-89, 1960.

HARRIS, G. A.; CAMPBELL, G. S. Automated quantification of roots using a simple image analyzer. **Agronomy Journal**, Madison, v.81, p. 935-938, 1989.

HAYNES, R. J. Competitive aspects of the grass-legume association. **Advances in Agronomy**, New York, v.33, p.227-261, 1980.

HOPKINSON, J. M.; REID, R. Importância do clima na produção de sementes de leguminosas forrageiras tropicais. In: L. E. Tegas; P. A. Sanchez; E. A. S. Serrão (eds). **Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos**. CIAT, EMBRAPA, Brasília, 1982. p.373-391.

HSIAO, T. C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 24, p.519-570, 1973.

HUMPHREYS, L. R. **Tropical pasture seed production**. FAO, Roma, 116p. 1975.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Produção da pecuária municipal 2004. In: <http://www.ibge.gov.br>, disponível em 21/06/2007.

IRIGOYEN, J. J.; EMMERICH, D. W.; SÁNCHEZ-DÍAZ, M. Alfafa leaf senescence induced by drought stress: photosynthesis, hydrogen peroxide metabolism, lipid peroxidation and ethylene evolution. **Physiologia Plantarum**, v.84, n.1, p.67-72, 1992.

ISTA (INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION). **Handbook of vigour test methods**. 3. ed. ISTA, 1995. 117P.

KARSSSEN, C. M. Seasonal patterns of dormancy in weed seeds. In: Khan, A. A. (ed.). **The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination**. Elsevier Biomedical Press, Nueva York. p. 243-270. 1982.

KOLLER, D.; HADAS, A. Water relations in the germination of seeds. In: LANGE, O. L., NOBEL, P. S.; OSMOND, C. B.; ZIEGLER, H. (Ed.). **Encyclopedia of plant physiology**, Berlin: Springer Verlag, 1982, v. 12B, p.401-431.

KRAMER, P. J. **Plant and water relationships: a modern synthesis**. New York: McGRAW-Hill, 1969. 482p.

KRIEG, D. R. Stress tolerance mechanisms in above ground organs. p. 65-79. In: **Proceedings of the Workshop on Adaptation of Plants to Soil Stress**. INTSORMIL, Nebraska. 1993.

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

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANCOVIG, P. C.; FRANÇA NETO, J. B; HENNING, A. A.; COSTA, N. P. Estudo do teste de deterioração controlada para a avaliação do vigor em sementes de soja. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.9, n.1/2, p.131, 1999 (Resumo 202).

LABOURIAU, L. G. A germinação de sementes. 1 ed. Washington. Secretaria Geral da ONU, 1983, 174p.

LACKEY, J. A. **Phaseoleae**. In: Polhill, R. M. and Raven, P. H. (eds). *Advances in legume systematics Part I*. 301-302. (Royal Botanic Gardens: Kew). 1981.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: RIMA, 2000. 531p.

LOEFFLER, T. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean quality. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v.12, n.1, p.37-53, 1988.

LUDLOW, M. M.; NG, T. T.; FORD, C. W. Recovery after water stress of leaf gas exchange in *Panicum maximum* var. *trichoglume*. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.7, p.299-313, 1980.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Brasília, v. 2, p. 176-177. 1962.

MANSUR, R. J. C. N.; BARBOSA, D. C. A. Comportamento fisiológico em plantas jovens de quatro espécies lenhosas da caatinga submetidas a dois ciclos de estresse hídrico. **Phyton** 68: 97-106. 2000.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Estatísticas do setor agrícola 2004. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em 25/06/2007.

MARIN, A. **Influência associada do estresse hídrico e do alumínio na germinação e crescimento inicial do guandu (*Cajanus cajan* L.)**. 2003. 87f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção vegetal): Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

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, 1999a. cap. 1, p.1-20.

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

MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: CÍCERO, S. M., MARCOS FILHO, J., SILVA, W.R. (Coord.) **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargil, 1986. p. 11-39.

MARCOS-FILHO, J. New approaches to seed vigor testing. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n. esp., p.27-33, 1998.

MARCOS-FILHO, J.; CARVALHO, R. V.; CÍCERO, S. M.; DEMÉTRIO, C. G. B. Qualidade fisiológica e comportamento de sementes de soja (*Glycine max* (L) Merrill) no armazenamento e no campo. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v.42, p.195-249, 1985.

MARCOS-FILHO, J.; SILVA, W. R.; NOVENBRE, A. D. C.; CHAMA, H. M. C. P. Estudos comparativos 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.

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

MARTINS, L.; LAGO, A. A. Germinação e viabilidade de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rch.) Stapf. durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p.262-266, 1996.

MARQUES, M. A. **Teste de condutividade elétrica para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Dalbergia nigra* Fr. Allem. (Jacarandá-da-bahia)**. 2001, 74f. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2001.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 2.ed. London: Pergamon Press, 1975. 192p.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 2.ed. Oxford: Pergamon Press, 1978. 191p.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4 ed. Oxford: Pergamon Press, 1989. 270p.

MENEZES, N. L.; PASINATTO, P. R. Protocolo do teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de azevém, aveia preta e milho. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.5, n.2, p.123. 1997. Trabalho apresentado no X Congresso Brasileiro de Sementes, Foz do Iguaçu, PR, 1997.

MORAES, M. L. T.; OLIVEIRA, S. A.; FREITAS, M. L. M.; SÁ, M. E. Desempenho de sementes de duas populações de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All) – Anacardiaceae. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.7, n.1/2, p.199, 1997.

MORALES, A. S., NABINGER, C., MARASCHIN, G. E., ROSA, L. M. G. Efeito da disponibilidade hídrica sobre a morfogênese e a partição de assimilados em *L. corniculatus* In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1997. Juiz de Fora-MG. **Anais...** p.124-126, 1997

MUCHENA, S. C.; GROGAN, C. O. Effects of seed size on germination of corn (*Zea mays*) under simulated water stress conditions. **Canadian Journal of Plant Science**, v.57, p.921-923, 1977.

MUCHOW, R. C. **Analysis of the effect of water stress on the growth of grain legumes**. Brisbane: CSIRO – Division of Tropical Crops and Pastures, 1982. 74p.

NAKAGAWA, J.; MORI, E. S.; AMARAL, W. A. N.; MELLO, E. J. Envelhecimento acelerado em sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden classificadas por tamanho. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n.60, p.99-108, 2001.

NASCIMENTO JÚNIOR, D. do. Leguminosas - Espécies Disponíveis, Fixação de Nitrogênio e Problemas Fisiológicos para o Manejo de Consorciação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 8, Piracicaba. Anais... Piracicaba : FEALQ p. 390-411, 1986.

NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Germinação de sementes de amendoim do campo (*Pterogyne nitens* Tul. – Fabaceae-Caesalpinoideae) submetidas a diferentes condições de estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n.2, p.143-150, 1977.

NÓBREGA, L. H. P. **Estresse hídrico na germinação de sementes e no crescimento inicial de plantas de diversos cultivares de soja com determinados níveis de vigor**. 1993, 165f. Dissertação (Mestrado em Agronomia): Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 1993.

NOGUEIRA, R.J.M.C. **Expressões fisiológicas da aceroleira (*Malpighiaemarginata* D.C.) em condições adversas**. São Carlos-SP: UFSCar, 1997. 207 p. (Tese de Doutorado). 1997.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A.; BEZERRA NETO, E. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas à déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Viçosa, v.13, n.1, p.75-87, 2001.

OSMOND, C. B.; AUSTIN, M. P.; BERRY, J. A.; BILLINGS, W. D. Stress physiology and the distribution of plants. **Bioscience**, v.37, n.1, p.38-57, 1987.

PARRISH, D. J.; WOLF, D. D. Kinetics of tall fescue leaf elongation: responses to changes in illumination and vapor pressure. **Crop Science**, v.23, n.4, p.659-663, 1983.

PARSONS, A.J. The effects of season and management on the growth of grass swards. In: JONES, M.B., LAZENBY, A. (Eds.) **The grass crop: the physiological basis of production**. London: Chapman & Hall, p. 129-177, 1988.

PAULINO, V. T.; GUEDES, L.; VALARINI, M. J.; FERRARI JUNIOR, E. Retrospectiva do uso de leguminosas forrageiras. In: ENCONTRO SOBRE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS, Nova Odessa, 2006. 46p

PEREIRA, J.M. Produção e persistência de leguminosas em pastagens tropicais. In: III SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, UFLA, Lavras, 2001, p. 111-141.

PEREIRA, M.N.B.; AZEVEDO, N.C.; FERNANDES, P.D.; AMORIM NETO, M.S. Crescimento e desenvolvimento de duas cultivares de algodoeiro herbáceo em baixos níveis de umidade no solo, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.1, p.1-8, 1997.

PEREIRA, A. S. **Embebição e germinação de sementes de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L. cv. IAC-Marrocos) sob condições variadas de potencial osmótico**. 1991. 61f. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas): Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1991

PETERSON, P. R.; SHEAFFER, C. C.; HALL, M. H. Drought effects on perennial forage legume yield and quality. **Agronomy Journal**, v.84, n.5, p.774-779, 1992.

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

PREVIERO , C. A.;RAZERA, L. F.; GROTH, D. Influência do grau de umidade e tipo de embalagem na conservação de sementes de *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n. 2, p. 191-197, 1998.

QUEIROZ, M. F.; ALMEIDA, F. A. C.; FERNANDES, P. D. Efeito do condicionamento osmótico no vigor de plântulas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.2, p.148-152, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB. 1998.

RAZERA, L. F. **Emergence of soybean (*Glycine max* (L) Merrill) seed at various levels of soil temperature and moisture**. Mississippi: Miss. State University. 1982. 83p. Tese (PhD in the Department of Agronomy).

RIBEIRO, D. M. C. A.; CARVALHO, M. L. M.; SALGADO, K. C. C. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho através do teste de condutividade elétrica (bulk). **Informativo ABRATES**, Londrina, v.7, n.1/2, p.187, 1997.

ROBERTS, E. H. Loss of viability: ultrastructural and physiological aspects. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, n.2, p.529-545, 1973.

ROBERTS, C. R. Contributed article – storage of pasture seed. **Tropical Grassland Society, Australian News Letter**, Sta. Lucia, v.61, p. 4-6, 1977.

ROCHA, G. R. **Efeito da temperatura e do potencial hídrico na germinação de sementes de doze cultivares de feijão-mungo-verde (*Vigna radiata* (L) Wilczek)**. 1996. 61p. Monografia (Graduação em Agronomia): Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

RODO, A. B.; TILLMANN, M. A. A.; VILLELA, F. A.; SAMPAIO, N. V. Teste de condutividade elétrica em sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.29-38, 1998.

RODRIGUES, C. A. G. **Germinação e crescimento da parte aérea e sistema radicular de duas leguminosas forrageiras tropicais sob diferentes níveis de umidade**. 1993. 114f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia): Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 1993.

RODRIGUES, C. A. G.; RODRIGUES, T. J. D.; PAVANI, L. C.; RODRIGUES, L. R. A.; REIS, R. A. Germination, shoot and root growth of the two tropical forage legumes under water stress. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 4, 1993. Fortaleza. **Resumos/abstracts...**Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, v.5, n.1, p.68. 1993.

RODRIGUES, T. J. D.; RODRIGUES, L. R. A.; SANTOS, D. M. M.; GOMIDE, C. C. C. Germinação de sementes de *Medicago sativa* L. submetidas a cinco temperaturas e a quatro níveis de umidade no substrato. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 9, Florianópolis-SC, 1995. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.5, n.2, 1995. p.121.

ROSA, L. M.; DILLENBURG, L. R.; FORSETH, I. N. Responses of soybean leaf angle, photosynthesis and stomatal conductance to leaf and soil water potential. **Annals of Botany**, London, v.67, p.51-58, 1991.

ROSSETO, C. A. V.; BASSIN, C. A.; CARMO, M. G. F.; NAKAGAWA, J. Tratamento fungicida, incidência de fungos e momento da avaliação da germinação no teste de envelhecimento acelerado de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n.2, p.78-87, 2001.

SÁ, M. E. Condutividade elétrica em sementes de tomate (*Lycopersicon sculentum* L). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.1, p.13-19, 1999.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. 4 ed., California: Wadsworth Publishing Company, 1991. 682p.

SCHUAB, S. R. P.; BRACINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; FRANÇA-NETO, J. B.; MESCHEDE, D. K.; ÁVILA, M. R. Germination test water stress to evaluate soybean seed vigour. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 35, p.187-199, 2007.

SCOTT, D. J.; CLOSE, R. C. An assessment of seed factors affecting field emergence of garden pea seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.4, p.287-300,1976.

SENDULSKI, T. *Brachiaria*: taxonomy of cultivated and native species in Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v.7, p.99-100, 1978.

SHALHEVET, J. Plants under salt and water stress. In: FOWDEN, L.; MANSFIELD, T.; STODDART, J. **Plant adaptation to environmental stress**. London: Chapman & Hall, cap 7, p.133-154. 1983.

SILVA, L. M. de M.; AGUIAR, I. B.; MORAIS, D. L.; VIÉGAS, R. A. Estresse hídrico e condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de *Cnidocolus juercifolius*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.1, p.66-72, 2005.

SINGH, K.; AFRIA, B. S. Seed germination and seedling growth of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under water stress. **Seed Research**, New Delhi, v.13, n.2, p.1-9. 1985.

SOUTO, S. M.; LUCAS, E. D. Estabelecimento de leguminosas forrageiras tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Série Zootecnia, v.7, p. 33-38, 1972.

SOUZA, F. H. D. de. **Produção de sementes de gramíneas forrageiras tropicais**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. 43 p. (Documentos, 30).

SULC, R. M. Factors affecting forage stand establishment. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n. esp., p.110-115, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 3. ed. Massachusetts: Sinauer Associates, 2002. 690 p.

TEIXEIRA, M.C.B. **Efeito da temperatura, do potencial hídrico e do pH sobre a embebição e germinação de quatro espécies de gênero *Stylosanthes***. Viçosa: UFV, 1979. 65p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal).

TEKRONY, D. M. Accelerated aging. In: VAN DE VENTER, H. A. (Ed.). **Seed vigour testing seminar**. Copenhagen: The International Seed Testing Association, p. 53-72, 1995.

TONIN, G. A. **Influência do genótipo e do vigor sobre o desempenho germinativo de sementes de milho (*Zea mays* L.) sob condições de estresse hídrico**. 1997. 55f. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

USBERTI, R. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de capim-colonião. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.4, n.1, p.23-30, 1982.

USBERTI, R.; ORTOLANI, D. B.; AMARAL, H. M.; USBERTI FILHO, J. A. Respostas diferenciais em velocidade de germinação, vigor e sanidade dos cultivares IZ-1 e Tobiata. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 4, 1985, Brasília: ABRATES, 1985. p. 89.

VALENTINI, S. R. T.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. Aplicação do teste de vigor em sementes. **IF Série Registro**, São Paulo, n.14, p.75-84, 1995.

VERTUCCI, C.W.; LEOPOLD, A.C. Dynamics of imbibition of soybean embryos. **Plant Physiology**, v.72, p.190-193, 1983.

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

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B (Eds.). **Vigor de sementes**. Conceitos e testes. Londrina: ABRATES, Cap. 4, p. 1-26, 1999.

VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.26, v.11/12, p.1957-1968, nov./dez. 1991.

WEDEKIN, I. A política agrícola brasileira em perspectiva. Revista de Política Agrícola, MAPA, ano XIV, outubro, 2005, p.17-33.

WHYTE, R.O. Tropical grazing lands: communities and constituent species. The Hague, W. Junk., 1974, 222 p.

WILSON, J. R.; MUCHOW, R. C. Effect of water stress and dry matter digestibility and concentration of nitrogen and phosphorus in seven tropical grain legumes. **Journal of the Australian Institute of Agricultural Science**, Melbourne, v.49, p.3-169, 1983.

WOODSTOCK, L. W.; LAO, K. L. J. Prevention of injury in low vigor soybean embryonic axes by osmotic control of water uptake. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.51, n.1, p.133-9, 1981.

YORDANOV, I.; VELIKOVA, V.; TSONEV, T. Plant response of drought, acclimation, and stress tolerance. **Photosynthetica**, v.38, p. 171-186, 2000.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M. Competição entre espécies de plantas. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**. v.11, p. 103-122, 2005.