

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE *Panicum maximum* Jacq.  
PARA ÁREAS SUJEITAS A ALAGAMENTOS  
TEMPORÁRIOS**

ADRIANE SCHIO SILVA

Orientador: Prof. Dr. VALDEMIR ANTÔNIO LAURA

CAMPO GRANDE / MS

Agosto – 2006

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE *Panicum maximum* Jacq.  
PARA ÁREAS SUJEITAS A ALAGAMENTOS  
TEMPORÁRIOS**

**ADRIANE SCHIO SILVA**

“Dissertação apresentada como um dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Biologia Vegetal junto ao Departamento de Biologia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da UFMS.”

## **DEDICATÓRIA**

A meu marido **Roberval** pelo amor, companheirismo e principalmente pelo incansável incentivo para a realização deste trabalho.

A meus filhos **Rafael** e **Rodrigo** pelo amor, paciência e compreensão de minhas ausências para a realização do Mestrado.

A meus pais **Vandir** e **Inês** pelo apoio e pela dedicação a meus filhos, amenizando as horas de minha ausência, durante os momentos mais difíceis deste trabalho.

E a todos os meus familiares pelo carinho, apoio e compreensão em todos os momentos.

## **AGRADECIMENTOS**

- A Deus, pela luz inspiradora, proteção e ajuda na superação de todos os obstáculos encontrados pelo caminho.
- Ao DEP-DEPA (Departamento de Ensino e Pesquisa – Diretoria de Ensino Preparatório e Assistencial) do Ministério da Defesa (Exército Brasileiro) por proporcionar a oportunidade de seus professores aumentarem seus conhecimentos, liberando-os para os cursos de pós-graduação.
- Ao CMCG (Colégio Militar de Campo Grande), pelo entendimento da direção e apoio dos chefes e colegas professores que conseguiram visualizar a importância de aumentarmos nossos conhecimentos mesmo em detrimento de uma temporária sobrecarga de trabalho.
- Aos professores do Mestrado em Biologia Vegetal da UFMS, pela oportunidade de aumentar meus conhecimentos.
- A Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) Gado de Corte pela oportunidade de estágio e desenvolvimento dos experimentos da minha dissertação nesta renomada instituição.
- A Embrapa Gado de Corte e a Unipasto pelo financiamento dos materiais para o experimento.
- Ao meu orientador Prof. Dr. Valdemir Antônio Laura (Pesquisador da Embrapa Gado de Corte), pela paciência, dedicação, tranquilidade, entusiasmo, competência, inteligência, discernimento e bom humor na condução dos trabalhos.

- Ao Dr. Miguel Marques Gontijo Neto (Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo), pela idealização inicial do experimento.
- À Dra. Liana Jank (Pesquisadora da Embrapa Gado de Corte), pela disponibilidade de esclarecimento de dúvidas e empréstimo de material bibliográfico.
- À Dra. Cacilda Borges do Valle (Pesquisadora da Embrapa Gado de Corte), por disponibilizar o Laboratório e materiais para a condução do experimento.
- Ao meu amigo e estagiário na Embrapa Gado de Corte, o bem-humorado biólogo Valtecir Fernandes, pelo inestimável auxílio, principalmente na tão necessária parte prática, durante a coleta de dados do experimento, contagens, medições, pesagens e as sofridas mas inesquecíveis lavagens e retirada de raízes, sob sol intenso ou abaixo de chuva.
- À estagiária da Embrapa Gado de Corte e bióloga Adriana Kobayashi, pelo auxílio na parte experimental.
- A todos os chefes, empregados e estagiários da Embrapa Gado de Corte, que de uma forma ou outra colaboraram para a realização deste trabalho.
- Ao meu marido Roberval pelo amor, compreensão, paciência, apoio e auxílio nas tomadas fotográficas e durante o experimento, mesmo sob raios, trovoadas e chuva intensa.
- Ao meu pai, pelo apoio e incentivo na árdua parte inicial dos experimentos.
- Ao meu cunhado Amílcar, pelo empréstimo da máquina fotográfica.
- Aos colegas do Mestrado, principalmente, Clarice, Michele e Valdívia pela amizade e companheirismo durante as aulas, de campo principalmente, e trabalhos do Mestrado.

- Ao professores e funcionários do Departamento de Botânica, pela atenção dispensada e pela disponibilidade de materiais do Laboratório para as aulas de Estágio e Docência.
- À Coordenação, Colegiado e Secretaria do Mestrado em Biologia Vegetal, pelo apoio, esclarecimento de dúvidas e resolução de problemas.
- Enfim, a todos que de alguma forma colaboraram para o sucesso deste trabalho.

## RESUMO

### AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE *Panicum maximum* Jacq. PARA ÁREAS SUJEITAS A ALAGAMENTOS TEMPORÁRIOS

O Brasil é detentor de extensas áreas de pastagens e começou a ter problemas com a morte de pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em 1994, no estado do Acre. A partir dessa data, o problema, hoje conhecido como síndrome da morte do capim-marandu, espalhou-se e constitui motivo de grande preocupação entre os produtores e pesquisadores que tentam encontrar uma solução plausível para a situação. Atualmente, uma das soluções seria identificar outras forrageiras que possam substituir a cv. Marandu que, pelo que foi observado, morre em ambientes que alagam temporariamente. Nesta pesquisa avaliou-se, durante 56 dias, a sobrevivência das plantas, o número de perfilhos, a altura, a biomassa de raiz e da parte aérea de sete genótipos (os acessos PM11, PM34, PM40, PM45 e as cultivares Massai, Mombaça e Tanzânia) da gramínea forrageira *Panicum maximum* Jacq., sob alagamento e na capacidade de campo, objetivando identificar os melhores genótipos sob as duas condições. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em vasos plásticos, com duas plantas em cada vaso, em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial de 7 x 5 x 3 (sete genótipos x cinco intervalos de tempo x três repetições). Calculou-se o intervalo de confiança (90%) para as médias da proporção de biomassa seca e da parte aérea e índice de inibição de raízes, e concluiu-se que as cultivares Massai e Tanzânia foram as mais tolerantes a ambientes que alagam temporariamente e o acesso PM45 foi o mais sensível a esta situação de estresse. Dentre os genótipos avaliados, a cv. Mombaça e os acessos PM11, PM34 e PM40 mostraram-se tolerantes somente até a

segunda semana de avaliação. Todas as plantas dos genótipos sob alagamento desenvolveram raízes adventícias, enquanto que as que estavam sob capacidade de campo não as desenvolveram. As cultivares com menores prejuízos, sob alagamento, foram a cv. Massai, em primeiro lugar, e a cv. Tanzânia, em segundo.

**Palavras-chave:** áreas temporariamente alagadas, cv. Massai, cv. Tanzânia, pastagens, síndrome da morte do capim-marandu.



## ABSTRACT

### EVALUATION OF GENOTYPES OF *Panicum maximum* Jacq. FOR AREAS SUBJECTED TO TEMPORARY FLOODING

Brazil comprises large pasture areas; and problems with death of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu started in the state of Acre, in 1994. From then on, the problem, today known as death syndrome marandu-grass, has spread out and caused great concern among producers and researchers interested in finding a plausible solution for the problem. One of the solutions could be the identification of other forage grass that might replace cv. Marandu, which was observed to die in temporarily flooded environments. This study evaluated, for 56 days, seven genotypes (PM11, PM34, PM40, PM45, cv. Massai, cv. Mombaça and cv. Tanzânia) of *Panicum maximum* Jacq. as to the survival and tillers, height and dry biomass of root and vegetative (leaves and stems) parts under two situations: flooding and field capacity, aiming at identifying the best genotypes under the two conditions. The experiment was carried out in a greenhouse, with two plants per plastic pot in completely randomized experimental design factorial arrangement 7 x 5 x 3 (seven genotypes x five time intervals x three repetitions). The confidence level (90%) for the averages of the ratio between dry biomass of root and vegetative (leaves and stems) parts and inhibition root index was calculated. The study showed that cultivars Massai and Tanzânia were the most tolerant to temporarily flooded environments, while accession PM45 was the most sensitive. Among the genotypes tested, cv Mombaça and accessions PM11, PM34 and PM40 were found to be tolerant only the second week of evaluation. All genotypes under flooding developed adventitious roots, which did not happen with those

under field capacity. The results showed that the cultivars with the least damage under flooding were, firstly, cv. Massai and, secondly, cv. Tanzânia.

**Key words:** cv. Massai, cv. Tanzânia, pastures, death syndrome marandu-grass, temporarily flooded areas.

## ÍNDICE

	Página
<b>I- INTRODUÇÃO .....</b>	1
1.1- CONSIDERAÇÕES INICIAIS E JUSTIFICATIVAS.....	1
1.2- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	9
1.3- OBJETIVOS.....	16
1.4- HIPÓTESE .....	17
1.5- REFERÊNCIAS.....	17
<b>II- ARTIGO A SER SUBMETIDO À REVISTA: BRAZILIAN JOURNAL OF PLANT PHYSIOLOGY.....</b>	25
2.1- NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NO BRAZILIAN JOURNAL OF PLANT PHYSIOLOGY.....	26
2.2- ARTIGO A SER SUBMETIDO A BRAZILIAN JOURNAL OF PLANT PHYSIOLOGY.....	31
<b>SOIL FLOOD TOLERANCE OF SEVEN GENOTYPES OF <i>Panicum maximum</i> Jacq. ....</b>	32
Tolerância ao alagamento do solo em sete genótipos de <i>Panicum maximum</i> Jacq. ....	33
INTRODUCTION.....	34
MATERIAL AND METHODS.....	38
RESULTS AND DISCUSSION.....	39
CONCLUSIONS.....	41

Acknowledgments .....	42
REFERENCES.....	42
<b>Figure 1.</b> Root biomass of <i>Panicum maximum</i> genotypes PM40 (A), PM45 (B), cv. Massai (C), cv. Mombaça (D), PM11 (E), PM34 (F) and cv. Tanzânia(G).....	45
<b>Figure 2.</b> Above ground biomass of <i>Panicum maximum</i> genotypes PM40 (A), PM45 (B), cv. Massai (C), cv. Mombaça (D), PM11 (E), PM34 (F) and cv. Tanzânia(G). ....	45
<b>Figure 3.</b> Total biomass of <i>Panicum maximum</i> genotypes PM40 (A), PM45 (B), cv. Massai (C), cv. Mombaça (D), PM11 (E), PM34 (F) and cv. Tanzânia(G).....	45
<b>Figure 4.</b> Root relative growth rate of <i>Panicum maximum</i> genotypes PM40 (A), PM45 (B), cv. Massai (C), cv. Mombaça (D), PM11 (E), PM34 (F) and cv. Tanzânia(G). .....	46
<b>Figure 5.</b> Above ground relative growth of <i>Panicum maximum</i> genotypes PM40 (A), PM45 (B), cv. Massai (C), cv. Mombaça (D), PM11 (E), PM34 (F) and cv. Tanzânia(G).....	46
<b>Figure 6.</b> Total relative growth rate of <i>Panicum maximum</i> genotypes PM40 (A), PM45 (B), cv. Massai (C), cv. Mombaça (D), PM11 (E), PM34 (F) and cv. Tanzânia(G).....	46
<b>III- ARTIGO A SER SUBMETIDO À REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA .....</b>	47
3.1- NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA.....	48
3.2- ARTIGO A SER SUBMETIDO À REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA	55

<b>AVALIAÇÃO DE SETE GENÓTIPOS DE <i>Panicum maximum</i> Jacq. PARA ÁREAS SUJEITAS A ALAGAMENTOS TEMPORÁRIOS .....</b>	<b>56</b>
Evaluation of seven genotypes of <i>Panicum maximum</i> Jacq. for areas under temporary flooding .....	57
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>58</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>60</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 1.</b> Número de perfilhos com intervalo de confiança de 90%.....	<b>63</b>
<b>Figura 2.</b> Altura das plantas (em metros) de cada genótipo em relação ao intervalo de tempo (em semanas), com I.C. 90%.....	<b>64</b>
<b>Figura 3.</b> Biomassa seca de raiz (em gramas) de cada genótipo em relação ao intervalo de tempo (em semanas), com I.C. 90%.....	<b>66</b>
<b>Figura 4.</b> Biomassa seca da parte aérea (em gramas) de cada genótipo em relação ao intervalo de tempo (em semanas), com I.C. 90% .....	<b>67</b>
<b>Tabela 1.</b> Proporção entre biomassa seca de raízes (%) de plantas alagadas e não alagadas de genótipos de <i>Panicum maximum</i> , ao longo do período de alagamento (em semanas).....	<b>69</b>
<b>Tabela 2.</b> Proporção entre biomassa seca de parte aérea (%) de plantas alagadas e não alagadas de genótipos de <i>Panicum maximum</i> , ao longo do período de alagamento (em semanas).....	<b>70</b>
<b>Tabela 3.</b> Índice de inibição de crescimento (%) das raízes dos genótipos de <i>Panicum maximum</i> no alagamento temporário (em semanas). .....	<b>71</b>

DISCUSSÃO.....	71
CONCLUSÕES .....	74
LITERATURA CITADA .....	75
<b>IV- CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>78</b>
3.1- CONCLUSÕES .....	79
3.2- PERSPECTIVAS E APLICABILIDADE DOS RESULTADOS .....	80
3.3- SUGESTÕES .....	80
3.4- REFERÊNCIAS.....	81

## I - INTRODUÇÃO

### 1.1- CONSIDERAÇÕES INICIAIS E JUSTIFICATIVAS

O melhoramento de forrageiras tropicais teve início com os trabalhos realizados na Austrália, a partir do início do século XX. O intenso trabalho de introdução, avaliação e seleção de germoplasma possibilitou a liberação para o uso comercial de diversas cultivares que além de resultar em maior produtividade das pastagens, estimularam o início do desenvolvimento de uma dinâmica indústria de sementes forrageiras tropicais (Hacker e Cameron, 1994 in Pereira et al., 2003). Até meados da década de 1970, o Brasil foi grande importador de sementes forrageiras da Austrália, muitas das quais apresentavam baixa qualidade física e fisiológica, e custo elevado (Santos e Santos Filho, 2000 in Pereira et al., 2003).

Um grande número de cultivares de plantas forrageiras tropicais, tanto de gramíneas como de leguminosas, foram propositadamente introduzidas no Brasil, por meio do comércio de sementes, porém revelaram-se pouco adaptadas às condições climáticas brasileiras exceto algumas como *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *B. humidicola* introduzida no Brasil por via de material vegetativo, em 1965, por S. C. Schavk de uma coleção da Universidade da Flórida (Dias-Filho, 1983), que se mostraram mais adaptadas a ponto de passar a ocupar vastas regiões brasileiras, principalmente na Amazônia e no Centro-Oeste.

Com base na experiência da introdução comercial de cultivares australianos, a Embrapa realizou a introdução de grandes coleções de germoplasma de *Brachiaria* e *Panicum* e outras dando início a um programa de melhoramento de forrageiras tropicais.

Estas coleções possibilitaram a seleção de materiais genotípicos propagados por sementes, com elevado potencial produtivo de forragem, maior distribuição estacional da produção, adaptação às áreas de baixa fertilidade, principalmente na região dos Cerrados e resistência ou tolerância às pragas (Pereira et al., 2003).

O desmatamento de áreas nativas e a economia mundial levaram vários países, com economia agropastoris, inclusive o Brasil, a optar por diversificar suas áreas de pastagens com forrageiras exóticas, pelo fato delas, normalmente, serem mais produtivas do que as nativas. Hoje, a introdução destas forragens, tanto para o gado leiteiro quanto para o gado de corte, é bem representativa, sendo que a maior parte das sementes veio do continente Africano e agora representa uma boa parte dos campos de pastagens brasileiros. Estima-se que a área total de pastagens cultivadas corresponda à cerca de 110 milhões de hectares, divididos pelas regiões Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste, respectivamente, em 25; 14; 7; 20 e 44 milhões de hectares (Serrão et al., 1993; Zimmer e Euclides Filho, 1997; Nabinger et al. 1999).

A pecuária de corte foi responsável por, aproximadamente, 75% de 1.420.300 hectares de áreas desmatadas no Acre até 1998 (9,3% da área total do Estado), o que causou as maiores transformações nos ecossistemas naturais do Estado (EMBRAPA, 1999). Como consequência, essa atividade tem sido foco de debates com relação aos impactos ambientais e socioeconômicos, decorrentes da conversão de extensas áreas de florestas com alta biodiversidade, em ecossistemas homogêneos de pastagens, formadas com a gramínea *B. brizantha* (Valentim, 1989; Smith et al., 1995; Faminow, 1998; Valentim e Vosti, 2000; Vosti et al., 2001; Amaral et al., 2006).



Percebe-se que, por causa de suas características (elevada produção e qualidade de forragem, elevada resposta à adubação, boa produção de sementes, boa cobertura de solos, capacidade de competição com invasoras, estabelecimento rápido e resistência às cigarrinhas típicas de pastagem), houve elevada demanda pela forrageira *B. brizantha* cv. Marandu e estabeleceu-se um ecossistema de pastagem cultivada com cerca de 60 milhões de hectares formados por uma única gramínea. Embora o capim-marandu tenha a maior representatividade (área plantada) nos sistemas de produção das regiões Centro-Oeste e Norte do País, outras gramíneas, como *B. decumbens*, *B. humidicola*, *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça, capim-andropógon e outros também são cultivadas em extensas áreas e estão inseridas diretamente no sistema produtivo (Barbosa, 2006).

A produtividade animal nas pastagens tropicais normalmente é baixa se comparada ao desempenho obtido nas pastagens de clima temperado. Este desempenho inferior pode, normalmente, ser atribuído a três fatores básicos: uso de cultivares não-melhoradas, uso de áreas marginais ou de baixa fertilidade, manejo inadequado das pastagens (Pereira et al., 2003). Ainda, segundo estes autores, existe forte demanda por novas variedades forrageiras que combinem elevada capacidade de produção com alta qualidade. Na atualidade, poucas forrageiras preenchem estes requisitos, de forma que a obtenção de genótipos geneticamente melhorados, constitui um dos principais desafios da pesquisa, e, ao mesmo tempo, uma excelente oportunidade de mercado para a indústria de sementes. Todos os programas de melhoramento buscam o aumento do potencial produtivo das forrageiras, medido pela produção de matéria seca. Essa característica resume a maioria dos objetivos do melhoramento, uma vez que as espécies ou cultivares mais produtivas serão justamente

aquelas que reunirem características favoráveis, tais como tolerância à doenças e pragas, ao alumínio tóxico, à salinidade e boa persistência sob pastejo.

Estima-se que mais de 80% da área com pastagens cultivadas, no Brasil, utilizem cultivares dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* (Fernandes et al., 2000; Pereira et al., 2003), que estão sendo constantemente avaliados, a fim de se obter cultivares mais tolerantes e adaptadas e com maior produtividade para as diversas regiões brasileiras.

A principal forrageira atualmente utilizada na região Norte e Centro-Oeste é a *B. brizantha* cultivar Marandu, lançada pela Embrapa em 1984, que ocupa em torno de 70% das pastagens cultivadas nessas regiões (Valentim et al., 2000).

Em 1994 registrou-se, em áreas de pastagem no estado do Acre, a ocorrência da síndrome da morte da *B. brizantha* cv. Marandu, em solos sujeitos a alagamentos temporários (Valentim et al., 2000). A partir desta data, além do Acre, pastagens de outros estados do país, como Pará (Teixeira Neto et al., 2000), Mato Grosso, Tocantins e Goiás, também manifestaram esta síndrome.

A síndrome morte do capim-marandu manifesta-se durante a estação chuvosa, com o murchamento e morte de touceiras inteiras da gramínea, principalmente em depressões do terreno nos locais mais elevados da pastagem, e ao longo do declive, em áreas mais sujeitas ao escoamento das águas das chuvas (Teixeira Neto et al., 2000; Valentim et al., 2000).

A morte de pastos de *B. brizantha* cv. Marandu também ocorreu nas regiões de Araguaína, TO, e Redenção do Sul, PA, o que motivou uma viagem diagnóstica de pesquisadores da Embrapa, em 1999, para averiguação do problema. Constatou-se que a morte de pastagens ocorria em reboleiras, e que, em diversas áreas havia infestação concomitante de cigarrinha-das-pastagens e cupins subterrâneos. A principal hipótese

aventada pelos pesquisadores, foi que o excesso de água era a causa principal da morte das pastagens, acompanhada por pragas e patógenos oportunistas, principalmente fungos do gênero *Rhizoctonia*, que se valiam da perda de vigor das pastagens para infestar as áreas. E também que o avançado grau de degradação das pastagens por manejo inadequado era outro importante fator para a morte do capim-marandu (Sousa et al., 2000; Valério et al., 2000; Valle et al., 2000).

Outros locais relatados com a ocorrência de morte de pastagens de capim-marandu foram: os municípios de Barra do Garças, Água Boa, Canarana e São José do Xingu, em Mato Grosso, em 1999 (Valle et al., 2000); ainda no Mato Grosso, os municípios de Rondonópolis, Cuiabá, Tangará da Serra, Diamantino, Sinop, Santa Helena e Chapada dos Guimarães, em 2000 (Valério et al., 2000). Segundo estes autores, observações de campo e relatos de proprietários e administradores das fazendas indicaram que os casos de morte das pastagens estavam normalmente associados ao excesso ou à deficiência hídrica nos solos.

O monocultivo do capim-marandu, durante vários anos, foi o fator que mais contribuiu para a atual fragilidade da cadeia de carne. O capim-marandu é a forrageira mais cultivada no Brasil e qualquer problema que afete sua persistência nos campos pode comprometer e/ou inviabilizar a pecuária bovina (Marchi et al., 2006).

Para Dias-Filho (2006), a lógica para a associação entre a baixa adaptação do capim-marandu ao encharcamento do solo e o fenômeno da morte das pastagens seria que o excesso de água no solo agiria como fator de predisposição para a instalação do problema. Essa predisposição estaria ligada a mudanças no comportamento da planta e nas características biológicas, físicas e químicas do solo, afetado pelo excesso de água.

Muitas áreas de pastagens podem estar, periodicamente, sujeitas ao alagamento ou encharcamento temporário do solo, comprometendo a produtividade e até mesmo a perenicidade das espécies forrageiras menos adaptadas a esta condição de estresse (Gontijo Neto et al., 2004). O cultivo de plantas forrageiras tolerantes ao alagamento ou adaptadas às condições de má drenagem é uma alternativa para o aproveitamento de áreas consideradas pouco produtivas para pecuária de corte. Para isso, além de um estudo criterioso das mesmas visando-se evitar problemas ambientais de proteção natural, é necessário identificar plantas que se adaptem adequadamente a solos mal drenados (Penteado e Macedo, 2000; Andrade e Valentim, 2004; Marchi et al., 2006; Duarte et al., 2006).

Atualmente, as opções forrageiras já testadas e validadas para substituir o capim-marandu em áreas acometidas pela síndrome da morte do capim-marandu são: quicuío-da-amazônia (*B. humidicola* comum e cv. Tupi e acesso H10), capim-tangola, grama estrela-roxa, *Panicum maximum* (cvs. Tanzânia e Mombaça), *Paspalum atratum* cv. Pojuca, *B. decumbens* cv. Basilisk, *Pueraria phaseoloides* e amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi*) cv. Belmonte (Valentim et al., 2004 in Andrade e Valentim, 2006).

Pastagens exóticas normalmente apresentam maior produtividade que às pastagens nativas, suportando maior taxa de lotação. Essa condição leva a maior produção de alimento em menores extensões de terra, contribuindo assim para a preservação ambiental. E aumentando-se a produtividade, provavelmente ocorrerá menor demanda de novas áreas, reduzindo a pressão de novos desmatamentos, preservando os ecossistemas. Este é um fator crucial para o desenvolvimento de pesquisas com pastagens forrageiras para manter o Brasil como maior produtor mundial de carne bovina, tanto para exportação, como para abastecimento interno.

Os resultados de estudos de acessos de gramíneas forrageiras ainda não lançadas no mercado mostram existir materiais genéticos com tolerância ao alagamento do solo, superiores ao capim-marandu. Estes resultados confirmam que pode existir grande variabilidade, mesmo dentro de uma mesma espécie, na capacidade das plantas em responderem ao alagamento do solo (Dias-Filho, 2006).

Ainda é grande o número de lacunas de conhecimento para solucionar os problemas da síndrome da morte do capim-marandu na Amazônia Legal (reconhecimento da etiologia da síndrome e busca de soluções tecnológicas para o problema) mas duas demandas urgentes devem ser consideradas: a) o desenvolvimento de metodologias para selecionar, ainda nas fases iniciais de melhoramento, genótipos de forrageiras com características fisiológicas que lhes assegurem adaptação ao encharcamento do solo e que sejam resistentes aos microorganismos fitopatogênicos envolvidos na síndrome; b) a necessidade de testar forrageiras recém-lançadas, tais como o capim-massai, quanto à sua susceptibilidade à síndrome (Andrade e Valentim, 2006).

Para se estabelecer um programa de utilização e manejo dessas áreas passíveis de alagamentos temporários, adequadas às condições de pastejo, apenas a avaliação de uma forrageira não é suficiente, porque em função da diversidade das espécies forrageiras, a capacidade de adaptação é diferenciada e convém ser investigada. Por isso, torna-se relevante o interesse em se intensificar as pesquisas no que se refere à avaliação e seleção da variabilidade intra e inter-específica em gramíneas forrageiras para áreas de pastagens em solos de baixa permeabilidade.

Com o propósito de aumentar a variabilidade disponível para seleção, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), firmou um convênio em 1982 com o

Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM), que viabilizou a transferência do germoplasma de *Panicum maximum*, por eles reunido, para o Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC) em Campo Grande, MS, Brasil, juntamente com a consultoria por cinco anos, do Dr. Yves H. Savidan. Esta coleção de *P. maximum* é a mais completa da espécie, e pode ser considerada representativa da variabilidade natural existente, devido à abrangência ecogeográfica das expedições de coleta realizadas (Jank et al., 1997). Em vista disso, o Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), vem realizando desde 1984, um extenso trabalho de avaliação e seleção da gramínea forrageira tropical *P. maximum*.

Neste sentido, a Embrapa Gado de Corte dispõe de uma coleção de germoplasma da espécie *P. maximum*, coletada no centro de origem da espécie, mais precisamente na África do Leste (Sul do Quênia e Norte da Tanzânia) em 1967 e 1969 e representativa da variabilidade natural (Combes e Pernès, 1970, Savidan et al., 1990). Isto permite a exploração desta variabilidade para seleção de acessos tolerantes ao alagamento e a realização de cruzamentos visando a incorporar esta característica aos acessos agronomicamente superiores (Gontijo Neto et al., 2004).

Em decorrência do problema concreto, de morte de pastagens em solos mal drenados na região Norte e Centro-Oeste do Brasil, da diversidade existente entre espécies e da possível variabilidade dentro das espécies, verifica-se a necessidade e importância de se conhecer quais plantas apresentam tolerância ao estresse hipóxico e anóxico (os seus mecanismos e níveis de tolerância) para que possam ser indicadas para o cultivo em áreas de pastagem sujeitas ao alagamento temporário do solo.

## 1.2- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Levitt (1981) definiu o estresse físico como uma força aplicada sobre um corpo denominando como tensão às alterações nas dimensões do corpo ocorridas em resposta à presença do fator de estresse. E, sugeriu uma definição para o estresse biológico como sendo determinadas condições ambientais, que induzem um organismo a entrar num estado de tensão, definindo a tensão como determinadas alterações no metabolismo e na fisiologia do organismo, que podem ou não causar injúria.

Segundo Taiz e Zeiger (2004) estresse é em geral definido como um fator externo, que exerce uma influência desvantajosa sobre a planta. O conceito de estresse está intimamente relacionado ao de tolerância ao estresse, que é a aptidão da planta para enfrentar um ambiente desfavorável.

Larcher (2000), afirma que o estresse pode ser considerado como um desvio significativo das condições ótimas para a vida, e induz a mudanças e respostas em todos os níveis funcionais do organismo, as quais são reversíveis a princípio, mas podem se tornar permanentes. Quando o limite da capacidade de ajuste da planta é alcançado, os distúrbios que antes não se manifestavam (distúrbios latentes) aparecem na forma de doenças crônicas ou injúrias irreversíveis.

Normalmente, o conceito de estresse ambiental em plantas é associado diretamente com a produção de injúrias e, portanto com perdas econômicas. Quando se analisam os efeitos de um determinado fator de estresse numa determinada espécie, seria razoável observar o aparecimento de injúrias que se traduzem em perdas mais ou menos importantes tanto na quantidade como na qualidade do produto final. Porém, nos últimos anos houve um aumento crescente na quantidade de trabalhos de pesquisa envolvendo possíveis

aspectos benéficos de quantidades moderadas de estresse sobre diferentes tecidos vegetais (Latimer, 1991; Giaveno e Oliveira, 2003).

Um organismo pode ser considerado como susceptível a um determinado estresse quando sofrer alterações aberrantes no seu metabolismo, as quais são traduzidas na forma de injúrias mais ou menos importantes (Giaveno e Oliveira, 2003). Por outro lado, se o organismo não apresenta sintomas de injúrias, por estresse, deve ser considerado como resistente.

Deverão ser consideradas como plantas susceptíveis àquelas que não possuam a capacidade de detectar a presença do fator de estresse ou de reagir alterando seu sistema hormonal (Morgan, 1990).

A falta de sintomas que caracteriza a resistência pode ser devida a mecanismos de evitância, ou seja, presença de mecanismos que evitam o contato com o estresse ou mecanismos que permitem ao organismo reagir diante de sua presença, mediante os quais o organismo não atinge um equilíbrio termodinâmico com o fator de estresse. Existem plantas na natureza que apresentam mecanismos de evitância, possuindo barreiras físicas ou químicas que evitam o contato dos tecidos da planta com o fator de estresse, como a presença de cutícula espessada, ceras, estômatos embutidos e tecidos suculentos relacionados a ambientes com longos períodos de seca. Porém, há outros mecanismos de proteção nos quais o fator de estresse entra em contato com os tecidos e, portanto, a planta deve reagir, para evitar o estado de tensão, mediante a utilização de mecanismos que acarretam gasto de energia metabólica, onde o organismo deve atingir um equilíbrio termodinâmico com o fator de estresse. Isto é característico dos mecanismos de tolerância, sendo que um exemplo é a formação mediante um processo de apoptose, de aerênquima nas



raízes de milho em resposta à falta de oxigênio (anoxia) característica de solos alagados (Giaveno e Oliveira, 2003).

As plantas susceptíveis ao excesso hídrico exibem mudanças nos processos metabólicos e fisiológicos. Fatores como: redução na condutância radicular ocorrendo murchamento do vegetal, fechamento osmótico, redução da absorção de água e da taxa de fotossíntese (translocação de carbono), estão entre as primeiras respostas ao encharcamento (Baruch, 1994; Costa, 2004). Outras mudanças em seqüência incluem diminuição na permeabilidade das raízes, alteração no balanço de hormônio do crescimento, epinastia das folhas, clorose e abscisão, levando a interrupção do crescimento vegetativo e reprodutivo.

É importante destacar que as diferentes características envolvidas na evitância estão sempre presentes no organismo, mesmo sem a presença do fator de estresse. Por outro lado, o mecanismo de tolerância unicamente é ativado pela presença do fator de estresse e na ausência dele o organismo apresenta um comportamento normal (Giaveno e Oliveira, 2003).

Um outro tipo de mecanismo que algumas plantas possuem para não sofrerem determinado estresse é o escape, que se baseia na falta de coincidência entre o momento de máxima susceptibilidade do tecido com a ocorrência do estresse, por exemplo, a presença de inibidores da germinação nas sementes os quais evitam a germinação em períodos pouco favoráveis para a planta e o encurtamento do período vegetativo para atingir o florescimento antes da ocorrência do período de seca (Giaveno e Oliveira, 2003).

As pastagens brasileiras estão distribuídas por diferentes regiões e ecossistemas (clima temperado, cerrado, semi-árido, tropical úmido e pantanal) que apresentam grandes

variações das condições edafoclimáticas. O sucesso na implantação de pastagens a ambientes tão diversos implica na utilização de forrageiras portadoras de mecanismos adaptativos distintos, que as possibilitem superar as pressões dos estresses ambientais, e manter a produção e qualidade da forragem a níveis satisfatórios (Pereira et al., 2003).

A adaptação, em geral se refere a um nível de resistência geneticamente determinado, adquirido por um processo de seleção durante muitas gerações (Taiz e Zeiger, 2004).

A hipoxia ou anoxia são os principais fatores limitantes que reduzem a respiração aeróbia e a absorção de minerais e água pelas raízes (Costa, 2004).

De acordo com Sousa e Sodek (2002), o oxigênio é indispensável para ao aumento do metabolismo e crescimento das plantas. Entretanto, plantas sob condições naturais ou experimentais podem ser submetidas a grandes variações dos teores de disponibilidade de oxigênio, desde níveis normais (normoxia) passando pela deficiência (hipoxia) até a ausência total (anoxia). A deficiência de oxigênio pode ocorrer quando o solo torna-se inundado por um período de tempo (longo ou curto) dependendo da sua capacidade de drenagem, ou devido à estrutura anatômica de alguns tecidos que impedem a troca de gases. Apesar de tudo, a maioria dos tecidos de plantas pode tolerar a deficiência de oxigênio por curtos períodos antes de sofrer danos irreversíveis.

Segundo Humphreys (1981), a inundação ou má drenagem em solos onde vegetam espécies forrageiras susceptíveis ao excesso hídrico, são fatores que atuam diretamente na deficiência de oxigênio para o desenvolvimento de raízes, sendo portanto causa de morte dessas forrageiras, pois reduz a respiração da raiz, diminuindo a disponibilidade energética e a absorção de nutrientes. Nessas espécies, a rapidez do dano sendo função da redução da

respiração bem como produção de etanol e acetaldeído. O fosfoenolpiruvato (PEP) nas raízes das espécies sensíveis é carboxilado pela PEP-carboxilase a oxaloacetato, logo é convertido a malato pela desidrogenase málica, em seguida a enzima málica, impede seu acúmulo e o malato é convertido a piruvato, pela ação da  $\alpha$ -carboxilase que é então transformado a acetaldeído.

Crawford (1993), revendo respostas de plantas sob alagamento descreveu sobre a habilidade das espécies em reduzir o impacto causado pelo estresse, em função de diferentes estratégias de sobrevivência por meio de mecanismos de tolerância e evitância, como um modo de evitar ou escapar de ambientes anóxicos. Segundo o autor, a tolerância envolve adaptações metabólicas de acordo com espécies, plantas e tecidos e que consistem na regulação da respiração, no armazenamento de energia, no metabolismo lipídico e atividade mitocondrial, na síntese de etileno e em adaptações fotossintéticas. A consequência dessas adaptações da respiração anaeróbica no metabolismo celular é um dos fatores que mais interferem nos processos fisiológicos.

A troca da respiração aeróbica pela anaeróbica afeta severamente a disponibilidade de energia, requerendo grande quantidade da reserva de carboidratos existentes na planta, gerando produtos finais potencialmente tóxicos e causando acidose citoplasmática.

Os carboidratos são fornecidos pela respiração anaeróbica a partir de fontes de reserva ou por meio da translocação dos fotoassimilados provenientes das folhas ativas fotossinteticamente. A translocação é sensível às condições de anaerobiose e dependendo da planta, não consegue sustentar a alta demanda de carboidratos exigidos pelas raízes durante o alagamento, com exceção das espécies tolerantes que possuem aerênquimas.

Como consequência, a habilidade em armazenar grande quantidade de carboidratos em raízes ou rizomas podem conferir à espécie tolerância prolongada à condição de anoxia.

A modificação na hipótese de Crawford (1993) propôs que a acidose citoplasmática seria a causa de toxidez durante a anoxia. O baixo pH consequente da síntese de ácido láctico e outros ácidos orgânicos, ou estimulado pela fermentação do etanol ou ainda pelo tamponamento de pH via reações de descarboxilação, seria evitada nos tecidos tolerantes. No entanto, os detalhes das possíveis causas continuam sendo assunto de controvérsia no meio científico, em decorrência do número de estratégias metabólicas que parecem estar relacionadas em diferentes plantas para manter a homeostase durante a fermentação glicolítica.

Os mecanismos de adaptação asseguram a renovação do suprimento de oxigênio para as raízes submersas e que consistem em desenvolver canais preenchidos por gases, chamados aerênquimas, os quais permitem o movimento do oxigênio da parte aérea para as raízes sob condições de anoxia (Jackson, 1989; Costa, 2004).

Outro mecanismo de adaptação, no qual a planta “evita” as injúrias causadas pelo alagamento, é a formação de raízes adventícias, como alternativa de redução de impacto. As raízes adventícias emergem a partir de partes dos colmos submersos em plantas sob alagamento. Esse mecanismo de adaptação permite que novas raízes substituam a função do sistema radicular original. O crescimento horizontal dessas raízes próximo a superfície da água, juntamente com a localização no colmo perto dos locais de formação de aerênquimas, favorecem maior disponibilidade de oxigênio para essas raízes do que o antigo sistema radicular danificado (Jackson e Drew, 1984; Costa, 2004).

Regehr et al. (1975) descreveram que o transporte de água assim como o de ar também é melhorado pelas raízes adventícias em comparação às raízes originais sob anoxia, promovendo reabertura estomática durante períodos prolongados de alagamento atribuído à transferência de funções do sistema radicular afetado para as raízes adventícias recém desenvolvidas.

Em espécies adaptadas a solos inundados, geralmente não ocorre fechamento estomático e o metabolismo radicular não é alterado consideravelmente pela anoxia, devido ao eficiente sistema de transporte e difusão de oxigênio nas raízes dessas espécies (Jackson e Drew, 1984).

Na ausência de  $O_2$ , cessam o transporte de elétrons e a fosforilação oxidativa nas mitocôndrias, o ciclo do ácido tricarboxílico não pode operar e o ATP pode ser produzido apenas por fermentação. Assim, quando o suprimento de  $O_2$  é insuficiente para a respiração aeróbica, as raízes primeiramente começam a fermentar piruvato (formado na glicólise) a lactato, pela ação da lactato desidrogenase (LDH). Nos ápices das raízes de milho, a fermentação do lactato é transitória, porque o pH intracelular reduzido rapidamente leva a uma mudança da fermentação do lactato para a fermentação do etanol. Esta modificação ocorre por causa dos diferentes ótimos de pH das enzimas citosólicas envolvidas. A um pH ácido, a LDH é inibida e a piruvato descarboxilase é ativada. O rendimento líquido de ATP na fermentação é de apenas dois moles por mol de hexose respirada (comparado com 36 moles de ATP por mol de hexose respirada na respiração aeróbica). Assim, o dano ao metabolismo das raízes, por deficiência de  $O_2$ , origina-se em parte da falta de ATP para governar processos metabólicos essenciais (Drew, 1997).

Durante episódios de anoxia, o piruvato produzido pela glicólise é inicialmente fermentado a lactato. A produção de prótons pela glicólise e outras rotas metabólicas, assim como o decréscimo da translocação de prótons através da membrana plasmática e do tonoplasto levam a um abaixamento do pH citosólico. Com pHs mais baixos, a atividade da lactato desidrogenase é inibida e a piruvato descarboxilase é ativada, conduzindo a um aumento na fermentação de etanol e um decréscimo na fermentação de lactato em pHs mais baixos. A rota de fermentação de etanol consome mais prótons do que a rota de fermentação de lactato. Isto aumenta o pH citosólico e acentua a capacidade da planta de sobreviver em episódio de anoxia. Aparentemente o transporte ativo de  $H^+$  para o vacúolo através da ATPase no tonoplasto torna-se lento pela falta de ATP; sem atividade de ATPase, o gradiente normal de pH entre citosol e vacúolo não pode ser mantido. A acidose citosólica rompe irreversivelmente o metabolismo no citoplasma de células de plantas superiores, assim como em células anóxicas de animais. O ritmo e o grau a que a acidose citosólica está limitada são fatores primários que distinguem as espécies sensíveis das tolerantes à inundação (Taiz e Zeiger, 2004).

### 1.3- OBJETIVOS

Nesta pesquisa, avaliaram-se três cultivares e quatro acessos de *Panicum maximum* Jacq., da família Poaceae, sob alagamento temporário e selecionou-se como opção forrageira os mais tolerantes, tanto para áreas de pastagem que apresentam solos com baixa permeabilidade e sujeitas a alagamento temporário quanto a ambientes que não alagam temporariamente.

#### 1.4- HIPÓTESE

Há variabilidade genética entre os acessos e cultivares de *Panicum maximum* quanto à tolerância ao alagamento do solo.

#### 1.5- REFERÊNCIAS

Amaral EF, Valentim JF, Lani JL, Bardales NG, Araújo EA (2006) Áreas de risco de morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu, com uso da base de dados pedológicos do zoneamento ecológico-econômico no Estado do Acre. In: Barbosa RA (ed), Morte de Pastos de Braquiárias, pp.151-174. EMBRAPA Gado de Corte, Campo Grande, Brasil.

Andrade CMS, Valentim JF (2004) A síndrome da morte do capim-braquiarião. Disponível em: [http://www.beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?nv=1&area=16&area\\_desc=Pastagens&id\\_artigo=19327&perM=2&perA=2006](http://www.beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?nv=1&area=16&area_desc=Pastagens&id_artigo=19327&perM=2&perA=2006). Acesso em: 11 fev. 2006.

Andrade CMS, Valentim JF (2006) Soluções tecnológicas para a síndrome da morte do capim-marandu. In: Barbosa RA (ed), Morte de Pastos de Braquiárias, pp.175-197. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, Brasil.

Barbosa RA (2006) Mortalidade de plantas forrageiras em pastagens nas regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil – Introdução ao problema. In: Barbosa RA (ed), Morte de Pastos de Braquiárias, pp.15-21. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, Brasil.

Baruch Z (1994) Responses to drought and flooding in tropical forage grasses. Plant Soil 164:97-105.

- Combes D, Pernès J (1970) Variations dans le nombres chromosomiques du *Panicum maximum* Jacq. en relation avec le mode de reproduction. Comptes Rendues Academie des Science Paris, Sér. D., 270:782-785.
- Costa MNX (2004) Desempenho de duas gramíneas forrageiras tropicais tolerantes ao estresse hídrico por alagamento em dois solos glei húmicos. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Dr tese.
- Crawford RMM (1993) Oxygen availability as and ecological limit to plant distribution. Adv. Ecol. Res. 23:93-185.
- Dias-Filho MB (2006) Respostas morfofisiológicas de *Brachiaria* spp. ao alagamento do solo e a síndrome da morte do capim-marandu. In: Barbosa RA (ed), Morte de Pastos de Braquiárias, pp.83-101. EMBRAPA Gado de Corte, Campo Grande, Brasil.
- Drew MC (1997) Oxygen deficiency and root metabolism: injury and acclimation under hypoxia and anoxia. Ann. Rev. Plant Mol. Biol. Palo Alto, 48:223-250.
- Duarte MLR, Sanhueza RMV, Verzignassi JR (2006) Aspectos fitopatológicos da morte do capim-braquiaraõ (*Brachiaria brizantha*). In: Barbosa RA (ed), Morte de Pastos de Braquiárias, pp.103-113. EMBRAPA Gado de Corte, Campo Grande, Brasil.
- Embrapa (1999) Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisas de Solos, Rio de Janeiro: Embrapa-SPI, 412p.
- Faminow MD (1998) Cattle, deforestation and development in the Amazon: an economic, agronomic and environmental perspective. CAB International, New York.



- Fernandes CD, Valério JR, Fernandes ATF (2000) Ameaças apresentadas pelo atual sistema de produção de sementes à agropecuária na transmissão de doenças e pragas. In: Workshop sobre sementes de forrageiras, 1., 1999. Embrapa Negócios Tecnológicos, 2000. Sete Lagoas, Brasil. pp.55-68.
- Giaveno CD, Oliveira RF (2003) Apostila Estresse Ambiental: Conceitos Gerais. Depto de Ciências Biológicas da ESALQ/USP – Lab. Fisiologia de Plantas Cultivadas sob Condições de Estresse. Piracicaba, SP. 22p. Disponível em: <http://www.sbfv.org.br/materialdidatico.php>. Acesso em: 11 ago. 2005.
- Gontijo Neto MM, Jank L, Laura VA, Resende RMS, Calixto S, Joba I (2004) Seleção de genótipos de *Panicum maximum* para áreas sujeitas a alagamentos temporários. In: Resumos do Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, 2., UFPR:UFRGS: IAPAR:EMBRAPA: ESALQ. Curitiba, Brasil. 1 CD-ROM.
- Hacker JB, Cameron GA (1994) Process of species evaluation, cultivar release, and adoption of forages in tropical Australia. In: Proceedings of the Meeting of the Southeast Asian Regional Forage Seeds Project, 3. Samarinda. Cali:CIAT. pp.149.
- Humphreys LR (1981) Environmental adaptation of tropical pasture plants. McNillon, London.
- Jackson MS (1989) Regulation of aerenchyma formation in roots and shoots by oxygen and ethylene. In: Osborne DJ, Jackson MS (eds), Cell separation in plants. Physiol. Biochem. Mol. Biol., Berlin. NATO ASI Series, H35:263-274.

- Jackson MS, Drew MC (1984) Effect of flooding on growth and metabolism of herbaceous plants. In: Kozlowski TT (ed), Flooding and plant growth. Madison: Wisconsin Academic Press 3:325-336.
- Jank L, Calixto S, Costa JCG, Savidan YH, Curvo JBE (1997) Catalog of the characterization and evaluation of the *Panicum maximum* germoplasm: morphological description and agronomical performance. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC. 53p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 68).
- Larcher W (2000) Ecofisiologia Vegetal. Rima Artes e Textos, São Carlos.
- Latimer JG (1991) Mechanical conditioning for control of growth and quality of vegetable plants. **Hort Science**. 26(12):1456-1461. In: Giaveno CD, Oliveira RF Apostila Estresse Ambiental: Conceitos Gerais. Depto de Ciências Biológicas da ESALQ/USP – Lab. Fisiologia de Plantas Cultivadas sob Condições de Estresse, Piracicaba, SP.
- Laura VA, Jank L, Resende RMS, Gontijo Neto MM, Kobayashi AB, Faria RR, Harada TN (2005) Avaliação e seleção de genótipos de *Panicum maximum* sob alagamento temporário. In: Anais do Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 10; Congresso Latino Americano de Fisiologia Vegetal, 12. 2005, SBFV. Recife, Brasil. 1CD ROM.
- Levitt J (1981) Stress and strain terminology. In LEVITT, J. **Chilling, freezing and high temperature stress**. Academic press. 1981. pp. 3-10.
- Marchi CE, Fernandes CD, Santos JM et al. (2006) Mortalidade de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu: causa patológica? In: Barbosa RA (ed), Morte de Pastos de Braquiárias, pp.115-134. EMBRAPA Gado de Corte, Campo Grande, MS, Brasil.

- Marin FR, Pilau FG, Assad ED (2006) Caracterização climática das regiões de ocorrência da morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* no Centro-Oeste e Norte do Brasil. In: Barbosa RA (ed), Morte de Pastos de Braquiárias, pp.67-81. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS, Brasil.
- Morgan PW (1990) Effects of abiotic stresses on plant hormone systems. In **Stress responses in plants: adaptation and acclimation mechanisms**. Willey-Liss Ed. 1990. Chapter 6. pp 113-146. In Giaveno CD, Oliveira RF (ed). Apostila Estresse Ambiental: Conceitos Gerais. Depto de Ciências Biológicas da ESALQ/USP – Lab. Fisiologia de Plantas Cultivadas sob Condições de Estresse, Piracicaba, SP.
- Nabinger C, Maraschin GE, Moraes A (1999) Pasture related problems in beef cattle production in southern Brazil. In: Moraes A (ed), Anais do Simpósio Internacional “Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology”, Curitiba: UFPR, Brasil, pp.23-48.
- Penteado MI, Macedo MCM (2000) Avaliação de espécies forrageiras em áreas mal drenadas dos cerrados. Rev. Bras. Zootec. 29(6):1616-1622.
- Pereira AV, Sobrinho FS, Souza FHD, Léo FJS (2003) Tendências do melhoramento genético e produção de sementes forrageiras no Brasil. In: [www.nucleoestudo.ufla.br/gen/eventos/simposios/7simpo/resumos/20033.pdf](http://www.nucleoestudo.ufla.br/gen/eventos/simposios/7simpo/resumos/20033.pdf). Acesso em: 10 jan 2006.
- Regehr DL, Bazzaz FA, Boggess WR (1975) Photosynthesis, transpirations and leaf conductance of *Populus deltoides* in relation to flooding and drought. Photosynth. 9:52-61.

- Rosso G, Carmo A (2002) Escolha de sementes influencia na produtividade. Notícias CRMVMS. Campo Grande, Brasil. Disponível em : [http://www.crmvms.org.br/not\\_embropa2.htm](http://www.crmvms.org.br/not_embropa2.htm). Acesso em: 20/07/2003. In: Pereira AV, Sobrinho FS, Souza FHD, Léo FJS (2003) Tendências do melhoramento genético e produção de sementes forrageiras no Brasil. In: [www.nucleoestudo.ufla.br/gen/eventos/simposios/7simpo/resumos/20033.pdf](http://www.nucleoestudo.ufla.br/gen/eventos/simposios/7simpo/resumos/20033.pdf) Acesso em: 10 jan. 2006.
- Santos GF, Santos Filho LF (2000) Pastagens tropicais no Brasil. In: Workshop sobre sementes de sementes forrageiras, 1., 1999. Embrapa Negócios Tecnológicos, 2000. Sete Lagoas, Brasil. pp.55-68.
- Savidan YH, Jank L, Costa JCG (1990) Registro de 25 acessos selecionados de *Panicum maximum*. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC. 68p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 44).
- Serrão EAS, Uhl C, Nepstad DC (1993) Deforestation for pasture in the humid tropics: is it economically and environmentally sound in the long term? In: International Grassland Congress, 17., 1993, Rockhampton. Proceedings... Palmerston North: New Zealand Grassland Association, pp. 2215-2221.
- Smith NJH, Serrão EAS, Alvim PT, Falesi IC (1995) Amazonia: resiliency and dynamism of the people. United Nations University, New York.
- Sousa OC, Valle LC, Zimmer AH, Koller WW (2000) Diagnóstico de morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* na região de Araguaína, TO, e de Redenção, PA. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 21p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 96).

- Sousa CAF, Sodek L (2002) The metabolic response of plants to oxygen deficiency. Braz. J. Plant. Physiol. 14(2):83-94.
- Taiz L, Zeiger E (2004) Fisiologia Vegetal. Trad. Eliane Romanato Santarém et al., 3 ed. , Porto Alegre: Artmed, 2004.
- Teixeira Neto JFT, Simão Neto M, Couto WS, Dias-Filho MB, Silva AB, Duarte MLR, Albuquerque FC (2000) Prováveis causas da morte do capim braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) na Amazônia Oriental: relatório técnico. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 20p. (Embrapa Amazônia Oriental. Doc., 36).
- Valentim JF (1989) Impacto ambiental da pecuária no Acre. Rio Branco: Embrapa-UEPAE Rio Branco: IMAC, 32p. (Documento Base do Curso de Avaliação do Impacto Ambiental da Pecuária no Acre).
- Valentim JF, Amaral EF, Melo AWF (2000) Zoneamento de risco edáfico atual e potencial de morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* no Acre. Rio Branco: Embrapa-CPAF Acre, 26p. (Boletim de Pesquisa, 29).
- Valentim JF, Andrade CMS, Amaral EF (2004) Soluções tecnológicas para o problema da morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu na Amazônia. In: Anais do Encontro Internacional de Negócios da Pecuária. Famato. Cuiabá, Brasil. 1CD-ROM.
- Valentim JF, Vosti AS (2000) Resource use and human welfare at the Forest margins of the western Brazilian Amazon. In: ASB/ASA Special Publication. (No prelo) In: Barbosa RA (ed), Morte de Pastos de Braquiárias, pp.175-197. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS, Brasil.

- Valério RJ, Souza OC, Vieira JM, Corrêa ES (2000) Diagnóstico de morte de pastagens nas regiões central e norte do Estado do Mato Grosso. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 10p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 98).
- Valle LCS, Valério RJ, Souza OC, Fernandes CD, Corrêa ES (2000) Diagnóstico de morte de pastagens nas regiões leste e nordeste do Estado do Mato Grosso. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 13p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 97).
- Vosti SA, Carpentier CL, Witcover J, Valentim JF (2001) Intensified small-scale livestock systems in the western Brazilian Amazon. In: Agricultural technologies and tropical deforestation. Angelsen A, Kaimowitz D (eds). Wallingford: CAB International, pp. 113-133.
- Zimmer AH, Euclides Filho K (1997) As pastagens e a pecuária de corte brasileira. In: Gomide JA (ed). Anais do Simpósio Internacional sobre Produção Animal em Pastejo. UFV, Viçosa, Brasil, pp. 349-379.

## **II - ARTIGO A SER SUBMETIDO À REVISTA: BRAZILIAN JOURNAL OF PLANT PHYSIOLOGY**

### **TÍTULO:**

SOIL FLOOD TOLERANCE OF SEVEN GENOTYPES OF LS OF  
*Panicum maximum* Jacq.

### **AUTORES:**

Adriane Schio Silva<sup>1,2</sup>, Valdemir Antônio Laura<sup>1,3</sup> and Liana Jank<sup>3\*</sup>

### **AFILIAÇÃO:**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – CCBS Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – Mestrado em Biologia Vegetal

<sup>2</sup>Colégio Militar de Campo Grande – Seção de Ensino “C” - Av. Presidente Vargas, nº 2800, Bairro Santa Carmélia, CEP 79115-000, Campo Grande, MS, Brasil

<sup>3</sup>Embrapa Gado de Corte – Rod. BR 262, km 4 – Cx Postal 154, CEP 79002-970, Campo Grande, MS, Brasil. \*Corresponding author: liana@cnpqc.embrapa.br

## 2.1. NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NO BRAZILIAN JOURNAL OF PLANT PHYSIOLOGY

### INSTRUCTIONS TO AUTHORS

#### **Correspondence to:**

Paulo Mazzafera  
Editor-in-Chief BJPP  
Departamento de Fisiologia Vegetal – IB  
CP 6109, Unicamp  
13083-970, Campinas, SP, Brazil  
E-mail: bjpp@unicamp.br

#### **AIMS AND SCOPE**

The **Brazilian Journal of Plant Physiology (BJPP)** is the official journal of the **Brazilian Society of Plant Physiology** and is devoted to publish original research contributions in various fields of plant physiology. BJPP publishes **regular papers, short communications, minireviews and Brazilian minireviews**. Minireviews are published upon invitation but authors may also propose to the Editor-in-Chief a topic for submission. Brazilian minireviews should focus on the physiology of plants of tropical natural ecosystems. These minireviews are not intended for articles in taxonomy, anatomy, systematics and ecology unless they have a physiological approach. BJPP publishes articles in the following sections:

**Biochemical Processes** (primary and secondary metabolism, and biochemistry)

**Photobiology and Photosynthesis Processes**

**Gene Regulation, Transformation, Cell and Molecular Biology**

**Plant Nutrition**

**Development, Growth and Differentiation** (seed physiology, hormonal physiology and morphogenesis)

**Post-harvest Physiology**

**Ecophysiology/Crop Physiology and Stress Physiology**

**Plant-Microbe and Plant-Insect Interactions**

**Instrumentation in Plant Physiology**

Contributions should present new and significant findings. This is particularly important for manuscripts on Plant Cell, Tissue and Organ Culture that should rely on the basis of novelty and potential contribution to the understanding of plant physiology. Simple experiments on applications of existing methods or methodological and technical procedures will not be considered for publication as well as data from dose-response experiments without physiological discussion. BJPP publishes three issues per year.

#### **SUBMISSION AND REVIEWING**

Submission of a manuscript to the Editor-in-Chief implies that it has not yet been published nor is it being considered for publication elsewhere. Submission of multi-authored manuscripts implies that the senior corresponding author has obtained the approval of all



other co-authors to submit the manuscript to BJPP. BJPP assumes that all information contained in an article is full responsibility of the authors, including the accuracy of the data and the conclusions resulting from them.

Authors are requested to send the manuscript by e-mail to the Editor-in-Chief. Photographs that are important/essential for the understanding of the results should be attached as separate files and must have high quality. On submitting a manuscript, the Editor-in-Chief will check if it fits the scope of the journal and if it follows the journal guidelines. Submissions which do not conform to these guidelines will be returned immediately to the authors for correction before being sent for review. The manuscripts are sent to an Associate Editor and reviewers will be selected based on their competence in specialized areas of plant physiology. On submission, the authors may indicate up to five potential reviewers with recognized competence in the research area of the manuscript. However, the Associate Editors reserve the right to not follow these suggestions. The authors will receive a letter from the Editor-in-Chief together with the reports of the reviewers. Manuscripts where revision was requested should be returned to the Editor within 30 days; otherwise they will be considered as new submissions. The revised version should be sent by email and accompanied with a letter responding to the reviewer's and editor's comments. Disregarded comments must be justified. Authors are requested to use Microsoft Word Windows 95-2000 as word processor. Rejected manuscripts will only be returned to the authors if they contain important comments from the reviewers which may contribute to the author's research.

## **MANUSCRIPT GUIDELINES**

Manuscripts that do not follow these guidelines will be promptly returned to authors before reviewing. BJPP only accepts manuscripts written in clear, concise and fluent English. It is strongly recommended that the text be checked by a native English-speaker who is familiar with scientific writing and terminology. Arrange the manuscript in the following order:

**Manuscript.** To format the manuscript, please check a recent issue of BJPP. The pages must be numbered consecutively, including figures and tables (see an example of this page at the end of these instructions). The lines of each page must be numbered to aid reviewers. In the first page include the title of the manuscript (in bold, capital letters, font size 16, justified), author's names (Size 12, justified) and affiliation (size 12, italicized and justified) on this page. The senior corresponding author may be indicated by an asterisk. Abstracts should not exceed more than 300 words. Authors should suggest three to six key words (in alphabetical order) which do not appear in the title. Texts should be double-spaced type written using Times New Roman font, on one side of Letter-size paper, with 3 cm margins throughout. Scientific names should be in italics. Main headings (**Introduction, Material and methods, Results, Discussion, Acknowledgments, and References**) should be in bold type, justified and separated from the text. They should be presented continuously. Results and Discussion may be presented together only in exceptional circumstances. There should be no repetition of results in the discussion. Main headings of sections should be typed in italics and not separated from the text. Literature citations in the text should be cited in chronological order and then sorted by author and year (ex. Styles, 1978; Meier and Bowling, 1995; Meier et al., 1997). Do not italicize et al.

References in the reference list should be in alphabetical order. Unpublished observations or personal communications should be mentioned in the text (e.g., T. Carter, personal communication; T. Carter and J. Spanning, unpublished data). Avoid citing theses. Titles of periodicals should be abbreviated according to the *Bibliographic Guide for Editors and Authors* – BIOSIS). The homepage of the BJPP contains abbreviations for most journals in plant science.

Short communications are not intended to publish preliminary results. They should be concise but also contain significant findings. Short communications must not have more than ten double-spaced type-written pages, including tables and figures. They should be sent with the first and second pages, (ta estranho) as for regular manuscripts, but they do not have main headings.

References should follow the text.

In Minireviews, authors are free to suggest the article structure, but tables and figures should follow the guidelines for manuscript publication in BJPP. Minireviews will be submitted to referees. They must be written concisely focusing on topical research problems, with emphasis on the state of the art, and should serve as reference for further research. They must not have more than twenty double-spaced type-written pages,

#### Journal references

Vitória AP, Lea P, Azevedo RA (2001) Antioxidant enzymes responses to cadmium in radish tissues. *Phytochemistry* 57:701-710.

#### Book references

Salisbury FB, Ross CW (1992) *Plant Physiology*. 4<sup>th</sup> edn. Wadsworth Publishing Company, Belmont.

#### Book chapter references

Fujiwara K, Kozai T (1995) Physical and microenvironment and its effects. In: Aitken-Christie A, Kozai T, Smith MAL (eds), *Automation and Environmental Control in Plant Tissue Culture*, pp.301-318. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

#### Conference proceedings, Annals and published Abstracts

Prisco JT, Pahlich E (1989) Recent advances on the physiology and salt stresses. In: *Annals (or Proceedings/Abstracts) of the II Reunião Brasileira de Fisiologia Vegetal*. Piracicaba, Brazil, pp.23-24.

#### Thesis

Melotto E (1992) Characterization of endogenous pectin oligomers in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) fruit. Davis, University of California. PhD thesis.

#### **Tables and Figures**

Figures and tables should not repeat data and should be reduced to a minimum. When possible, data should be included in the text. Tables and figures should be numbered consecutively with arabic numbers and in the text, calls for tables and figures should appear as: “These data are shown in table 1 and figure1A.....” Table and figure headings should be

double spaced. Only horizontal lines are to be used for table divisions. Footnotes to tables should be in font size 10 and indicated by lowercase superscript letters, beginning with a in each table. Figure legends should be sent on a separate page preceding figure pages. Text and numbers in figure ordinates should be typed using font size no smaller than 12. All figures should be of a size permitting direct reproduction for printing. It is recommended that they fit to the column width and length (8 cm x 20 cm), including legend. The publishers reserve the right to reduce figure sizes.

### **Units, symbols and abbreviations that can be used without definitions**

Scientific International units should be used throughout. For a comprehensive and detailed description of the units, symbols and terminology in plant science, consult *Units, Symbols and Terminology for Plant Physiology*, edited by F.B. Salisbury, Oxford University Press, Oxford.

Briefly, use pascal (Pa) for pressure, mM for concentration, L for liter,  $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  for irradiance, becquerel (Bq) for radioactivity, *gn* (the *g* is italicized) for acceleration due to gravity, *s* for second, *min* for minute, *h* for hour, Da for indication of molecular mass, which is represented by *m* (relative molecular mass of proteins is the same as molecular weight, *Mr*, and should not be accompanied by Da; e.g., the relative molecular mass  $Mr = 10,000$ ),  $\Psi_w$  for water potential (italicized -  $\Psi_p$  for pressure potential,  $\Psi_s$  for solute potential and  $\Psi_m$  for matrix potential). All abbreviations should be indicated immediately after the first time a term is used. The identification number of enzymes should be shown the first time an enzyme is cited. Please consult the BJPP home page for a broader range of units and symbols.

### **Illustrations**

Photographs should have high quality and included at the end of the text. The number of photographs should be reduced to a minimum. Line drawings should be of uniform thickness. Text and numbers should be of proper dimensions.

### **Proofs**

Authors should return the galley proofs of their manuscripts within three days of receipt. Extensive alterations will be not accepted.

### **Reprints**

The authors will receive a PDF file as reprint.

**Page Charge:** There is no page charge to publish in BJPP.

## TITLE MUST BE IN CAPITAL LETTERS, SIZE 16 AND CENTERED, WITH *Scientific names* IN ITALICS

Authors' Names Should Be Typed<sup>1</sup>, With Font Size 14 And Justified<sup>2,\*</sup>

*1Affiliations should be italicized, font size 12, justified; 2Departamento de Fisiologia Vegetal, Instituto de Biologia, CP 6109, Universidade Estadual de Campinas, 13083-970, Campinas, SP, Brasil (e-mail: cxds@univer.br – fax may also be included)*

### **Abstract (font size 12 and bold)**

Abstract must contain a maximum of 250 words. The text should be typed in regular letters, font size 12 and justified.

**Key words (bold):** Authors may suggest 3-6 key words, in alphabetical order and separated by commas.

### **Portuguese title (font size 12 and bold)**

Authors should provide a version of the abstract in Portuguese. Authors not fluent in Portuguese may ask for a translation of the abstract. Resumo may contain a maximum of 250 words. The text should be typed in regular letters, font size 12 and justified.

**Palavras-chave (bold):** Authors may suggest 3-6 key words, in alphabetical order and separated by commas.

### **INTRODUCTION (font size 12)**

Text should be double-spaced type written using Times New Roman font size 12, on one side of Letter-size paper with 3 cm margins throughout. The lines of each page must be numbered to aid reviewers.

**Acknowledgements :** Acknowledge here any kind of technical and financial support

### **REFERENCES**

Reference list should be in alphabetical order. See guidelines for citation styles of journals, books, book chapters, etc.

The homepage of the BJPP presents abbreviations for the most used journals in plant science. Align to the third letter.

**Table 1.** Table headings should be concise. Tables and figures should be numbered consecutively with arabic numbers. Center numerals in the cells.

Ion	Actual activity	Calculated activity <sup>a</sup>
	(μ Eq.g <sup>-1</sup> )	
K <sup>+</sup>	62	64
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	26	0.026

<sup>a</sup> Footnotes to tables should be in font size 10

**Figure 1.** Figure legends must be presented in a separated page. It is very important that text and numbers in figure ordinates are typed in font size no smaller than 12.

2.2- ARTIGO A SER SUBMETIDO À BRAZILIAN JOURNAL OF PLANT  
PHYSIOLOGY

1 **SOIL FLOOD TOLERANCE OF SEVEN GENOTYPES OF**  
2 ***Panicum maximum* Jacq.**

3  
4 **Adriane Schio Silva<sup>1,2</sup>, Valdemir Antônio Laura<sup>1,3</sup> and Liana Jank<sup>3\*</sup>**

5 <sup>1</sup>*Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – CCBS Centro de Ciências Biológicas e da*  
6 *Saúde – Mestrado em Biologia Vegetal;* <sup>2</sup>*Colégio Militar de Campo Grande – Seção de*  
7 *Ensino “C” - Av. Presidente Vargas, nº 2800, Bairro Santa Carmélia, CEP 79115-000,*  
8 *Campo Grande, MS, Brasil;* <sup>3</sup>*Embrapa Gado de Corte – Rod. BR 262, km 4 – Cx Postal*  
9 *154, CEP 79002-970, Campo Grande, MS, Brasil. \*Corresponding author:*  
10 *liana@cnpqc.embrapa.br*  
11

12  
13 The soil flood tolerance of seven genotypes of *Panicum maximum* Jacq. – accessions  
14 PM11, PM34, PM40 and PM45 and, cultivars Massai, Mombaça and Tanzânia – was  
15 evaluated in an experiment under semi-controlled environment in the greenhouse. The  
16 plants were germinated in gerbox and transplanted to plastic pots. A completely  
17 randomized design with three replications was used; plants were subjected to two  
18 conditions: flooded and not flooded (standard), and evaluated during a period of 14 days.  
19 Flooding significantly decreased the total and above ground dry biomass of PM40 and  
20 PM45 (p<5%). For cv. Tanzânia (p<1%), flooding decreased these two variables and root  
21 biomass. For the other genotypes, there was no significant decrease in comparison to the  
22 standard. As to the total relative growth rate under flooding in comparison to the standard,  
23 only the above ground relative growth rate was statistically significant for PM45 (p<5%),  
24 and the root, total and above ground relative growth rates for cv. Tanzânia (p<1%); this  
25 cultivar presented statistical significant differences for all variables analyzed, thus was not  
26 flood tolerant, as well as PM40 and PM45. The genotypes Massai, Mombaça, PM11 and  
27 PM34 are flood tolerant, because they did not present any significant differences in any of

1 the variables analyzed. Thus, it may be concluded that these genotypes are flood tolerant,  
2 the most tolerant one being cv. Massai, followed by PM34, cv. Mombaça and PM11.

3 **Key words:** anoxia, flooding, forage grass.

4

5

6 **Tolerância ao alagamento do solo em sete genótipos de *Panicum maximum* Jacq.:** A  
7 tolerância ao alagamento do solo de sete genótipos de *Panicum maximum* Jacq. – acessos  
8 PM11, PM34, PM40 e PM45 e, cultivares Massai, Mombaça e Tanzânia – foi avaliada em  
9 um ensaio conduzido em ambiente semicontrolado, em casa de vegetação. As plantas foram  
10 germinadas em gerbox e transplantadas para vasos plásticos. Usou-se o delineamento  
11 inteiramente ao acaso, com três repetições; submetidas a duas condições: alagado e não  
12 alagado (testemunha), avaliadas por um período de 14 dias. O alagamento reduziu  
13 significativamente para PM40 e PM45 ( $p < 5\%$ ) a produção de biomassa seca da parte aérea  
14 e total, e para a cv. Tanzânia ( $p < 1\%$ ), além destas duas variáveis, reduziu também a  
15 biomassa da raiz. Para os demais genótipos não houve redução significativa sob alagamento  
16 em relação à testemunha. Quanto à taxa de crescimento relativo total sob alagamento em  
17 relação à testemunha foi estatisticamente significativo apenas para PM45 ( $p < 5\%$ ), na parte  
18 aérea e para a cv. Tanzânia ( $p < 1\%$ ) na taxa de crescimento relativo da raiz, parte aérea e  
19 total; a cv. Tanzânia apresentou diferenças estatisticamente significativas em todas as  
20 variáveis analisadas, sendo portanto não tolerante ao alagamento, assim como PM40 e  
21 PM45. Os genótipos Massai, Mombaça, PM11 e PM34 são tolerantes ao alagamento, pois  
22 não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, em nenhuma das variáveis  
23 analisadas, ao serem submetidos ao alagamento, portanto, pode-se concluir que são

1 tolerantes ao alagamento, sendo que o mais tolerante foi a cv. Massai, seguida do PM34, da  
2 cv. Mombaça e do PM11.

3 **Palavras chave:** anoxia, encharcamento, gramínea forrageira.

4

## 5 **INTRODUCTION**

6 Mechanisms of tolerance to stress factors, as flooding of the soil, are found in many  
7 plant species and may be based on adaptation strategies to improve gaseous exchanges and  
8 maintain the energy production (Armstrong et al., 1994).

9 The capacity and response to adaptation differ from one species to the other or even  
10 within a species, due to species diversity, and should, therefore, be investigated (Andrade et  
11 al., 1999; Dias-Filho and Carvalho, 2000; Dias-Filho, 2002; Queiroz and Dias-Filho, 2003;  
12 Gontijo Neto et al., 2004; Dias-Filho, 2006).

13 An organism may be considered susceptible to a given stress when it suffers  
14 aberrant alterations in its metabolism, which are translated as a form of reasonably  
15 important injuries (Giaveno and Oliveira, 2003). On the otherhand, if the organism does not  
16 present stress injury symptoms, it should be considered resistant. Plants susceptible to  
17 water stress show changes in metabolic and physiological processes. Factors as decrease in  
18 root conductance (resulting in plant wilting due to decrease in water absorption) and  
19 photosynthetic rate (carbon translocation), are among the first responses to flooding  
20 (Baruch, 1994; Costa, 2004). Other changes, in sequence, include decrease in root  
21 permeability, alteration in the balance of growth hormones, epinasty of the leaves, chlorosis  
22 and abscission, leading to an interruption of the vegetative and reproductive growth.



1           When plants are subjected to soil flooding, many physiological functions are  
2 affected, amongst them, generally an immediate decrease in gaseous exchange with the  
3 environment is observed (Queiroz and Dias-Filho, 2003). Hypoxia or anoxia are the main  
4 limiting factors which decrease aerobic respiration and the absorption of minerals and water  
5 through the roots (Costa, 2004). According to Sousa and Sodek (2002), oxygen is essential  
6 for the increase in metabolism and growth of plants. However, plants under natural or  
7 experimental conditions may be submitted to great variations in the availability of oxygen,  
8 from normal levels (normoxia) to deficiency (hypoxia) and total absence (anoxia). The  
9 deficiency of oxygen may occur when the soil becomes flooded for a period of time (long  
10 or short) depending on its drainage capacity, or due to the anatomical structure of some  
11 tissues which prevent gaseous exchanges. Nevertheless, the majority of the plant tissues  
12 may tolerate oxygen deficiency for short periods of time before suffering irreversible  
13 damage.

14           According to Humphreys (1981), flooding or poor drainage of soils covered by  
15 forage species which are susceptible to flooding, are factors which act directly upon the  
16 deficiency of oxygen for the development of the roots, and are, therefore, the cause of death  
17 of these forages, due to the reduction in the root respiration, and decrease in energy  
18 availability and nutrient absorption.

19           Crawford (1993), reviewing plant responses to flooding described the ability of a  
20 species to reduce the impact caused by stress, to different survival strategies concerning  
21 mechanisms of tolerance and avoidance as a means to avoid or escape from anoxic  
22 environments. According to the author, tolerance involves metabolic adaptations depending  
23 on the species, plants and tissues and consist of the regulation of respiration, energy

1 storage, lipid metabolism and mitochondrial activity in the synthesis of ethylene and  
2 photosynthetic adaptations. The consequence of these adaptations of anaerobic respiration  
3 in the cellular metabolism is one of the factors that most interfere in the physiological  
4 processes.

5         The conversion from aerobic to anaerobic respiration severely affects the  
6 availability of energy, requiring great quantities of carbohydrate reserves present in the  
7 plant, and generating potentially toxic final products which cause cytoplasmic acidosis.

8         The carbohydrates for the anaerobic respiration are supplied by reserve sources or  
9 by the translocation of photosynthate derived from photosynthetically active leaves.  
10 Translocation is sensitive to anaerobic conditions, and depending on the plant, is not able to  
11 sustain the great demand for carbohydrates required by the roots during flooding, with the  
12 exception of tolerant species that have aerenchyma. As a consequence, the ability to store  
13 large quantities of carbohydrates in roots and rhizomes, may confer prolonged tolerance to  
14 the anoxia condition to the species.

15         The modification in the hypothesis by Crawford (1993) proposed that cytoplasmic  
16 acidosis could be the cause of toxicity during anoxia. Low pH, as a consequence of the  
17 synthesis of lactic acid and other organic acids, or stimulated by fermentation of ethanol, or  
18 yet, by pH tamponment by decarboxilation reactions would be avoided in tolerant tissues.  
19 However, details of the possible causes continue being controversial in the scientific  
20 community, due to the number of metabolic strategies which seem to be related in different  
21 plants to maintain homeostasis during glycolytic fermentation.

22         The mechanisms of adaptation assure the renovation of oxygen supply to submersed  
23 roots and consist in developing canals filled up with gases, called aerenchyma, which

1 permit the movement of oxygen of the aerial part to the roots under anoxia conditions  
2 (Jackson, 1989).

3 Another mechanism of adaptation, in which the plant "avoids" the injuries caused  
4 by flooding, is the formation of adventitious roots, as an alternative to reduce impact. In  
5 species adapted to flooded soils, normally stomata do not close and the root metabolism is  
6 not much altered by anoxia due to the efficient transport system and oxygen diffusion in the  
7 roots of these species (Jackson and Drew, 1984; Costa, 2004).

8 In the absence of O<sub>2</sub>, electron transport and oxidative phosphorylation in the  
9 mitochondria cease, the cycle of tricarboxylic acid cannot operate and ATP may only be  
10 produced by fermentation. Thus, damage to the root metabolism due to O<sub>2</sub> deficiency  
11 originates, partly, from the lack of ATP to guide essential metabolic processes (Drew,  
12 1997; Taiz and Zeiger, 2004). The cytosolic acidosis irreversibly breaks the metabolism in  
13 the cytoplasm of the cells of superior plants, as well as anoxic cells in animals. The rhythm  
14 and degree to which the cytosolic acidosis is limited are primary factors that distinguish the  
15 flood sensitive from tolerant species (Taiz and Zeiger, 2004).

16 Temporary or continuous flooding of the soils occurs as a result of storms,  
17 overflowing of rivers or inadequate drainage of the soils (Dias-Filho and Carvalho, 2000).

18 Overflowing or temporary or continuous flooding of the soils are common events,  
19 being limiting factors in the use of these areas for agricultural and animal husbandry  
20 purposes. In Brazil, usually many of these areas are used as pastures because they are  
21 inadequate for other agricultural activities (Dias-Filho, 2003).

22 The objective of this research was to evaluate three cultivars (Massai, Mombaça and  
23 Tanzânia) and four accessions (PM11, PM34, PM40 and PM45) of *Panicum maximum*

1 Jacq., of the Poaceae family, under temporary flooding, during two weeks, and identify the  
2 most tolerant to hypoxia and/or anoxia conditions. It is presumed that there is genetic  
3 variability among the accessions and cultivars of *P. maximum* to tolerance to soil flooding.

4

## 5 **MATERIAL AND METHODS**

6 The experiment was carried out in the greenhouse at Embrapa Gado de Corte in  
7 Campo Grande/MS. Seven genotypes of *P. maximum* were evaluated: four accessions  
8 (PM11, PM34, PM40 and PM45), and three commercial cultivars (Massai, Mombaça and  
9 Tanzânia). These were pre-selected by Gontijo Neto et al. (2004), from 24 genotypes, as  
10 possible forage options for pasture areas for low permeability soils subject to temporary  
11 flooding.

12 Seeds of the genotypes were germinated in gerbox filled with the commercial  
13 substrate Plant Max HA® and watered daily. After 20 days of sowing, the young plants  
14 were transplanted to pots of 6 L capacity (two plants/pot). As substrate, sieved Red Latosol  
15 (Oxisol) and sand (3:1 respectively) were used. After 21 days, each pot received 50 mL of  
16 nutritive solution of Hoagland and Arnon (1950); 15 days later a uniformization cut was  
17 done (at 0,10 m height) and seven days later, the plants were subjected to the treatments:  
18 flooding and non flooding (standard). Non flooded plants (soil close to field capacity) were  
19 watered daily and excess water drained by the holes at the bottom of the pots. Flooded  
20 plants remained by inundating the pots up a  $\pm 0,05$  m above the soil level, which was  
21 maintained until the day of the evaluation cut, by putting the pots of 6 L inside 8 L pots  
22 covered internally with plastic bags (0,50 m x 0,70 m).

1 A completely randomized design was used (CRD), with three replications for each  
2 genotype under two conditions (flooded and non flooded), evaluated during 14 days  
3 (flooding period). After the flooding period, for each flooded and non flooded pot, an  
4 evaluation cut was done, close to the soil level to determine above ground biomass. The  
5 substrate of the pots was removed and the roots washed to determine dry root biomass. Dry  
6 root biomass was determined in a digital analytical balance after being forced-air dried at  
7 65°C for 72 hours.

8 Dry biomass and the weekly relative growth rate (RGR) of the roots, above ground  
9 and total material of flooded and non flooded plants (standards) were determined.  $RGR =$   
10  $(\ln_{xf} - \ln_{xi})/\Delta t$ , where:  $\ln_{xf}$  is the neperian logarithm of the parameter “x” (root, above  
11 ground, total) at the end of the experiment (two weeks),  $\ln_{xi}$  is the neperian logarithm of  
12 the parameter “x” at time zero (beginning of the experiment) and  $\Delta t$  is the interval of time  
13 (in weeks). For each variable and genotype, an analyses of variance was done, between  
14 flooded and non flooded (F test, at 5% and 1% level probability) and the mean and mean  
15 confidence interval was calculated (IC 90%) using the statistical program Minitab for  
16 Windows version 12.1.

17

## 18 **RESULTS AND DISCUSSION**

19 *Root biomass*: differed statistically ( $p < 1\%$ ) only for cv. Tanzânia (Figure 1). The  
20 accession PM34 was the only one that increased the root biomass (RB) (24,6%) under  
21 flooding, when compared to the standard (Figure 1). After PM34, the most flood tolerant  
22 genotypes with lower decreases in RB were: cv. Massai with 17,1%, followed by cv.

1 Mombaça (25,2%), PM40 (27,2%) and PM11 (29,5%). The greatest decreases in RB,  
2 which are the least flood tolerant genotypes were cv. Tanzânia (52,9%) and PM45 (71,3%).  
3 *Above ground biomass*: there was a statistical significant decrease in above ground biomass  
4 (AGB) for genotypes PM40 and PM45 ( $p < 5\%$ ) and for cv. Tanzânia ( $p < 1\%$ ), as  
5 observed in Figure 2. Cultivar Massai presented an increase of 9,8% in AGB under  
6 flooding, being the most tolerant genotype. The other genotypes: PM34, cv. Mombaça,  
7 PM11, cv. Tanzânia, PM40 and PM45, presented a decrease in AGB under flooding of  
8 15,5%, 25,6%, 31,1%, 44,1%, 47,4% and 73,4%, respectively (Figure 2).  
9 *Total biomass*: flooding decreased total biomass (TB) of all genotypes, except for Massai,  
10 however, this decrease was only statistically significant for accessions PM40 and PM45 ( $p$   
11  $< 5\%$ ) and for cv. Tanzânia ( $p < 1\%$ ) (Figure 3). The accessions that had the largest  
12 decrease in TB were PM45 (72,9%) and cv. Tanzânia (46,8%). The most tolerant genotypes  
13 regarding TB, were cv. Massai with an increase of 2,5%, and PM34 with a decrease of only  
14 8,7% under flooding.  
15 *Weekly relative growth rate of roots (RGR)*: the root RGR of genotypes PM11, PM40 and  
16 PM45, cv. Mombaça and cv. Tanzânia under flooding was inferior to the RGR when non  
17 flooded, however statistically significant only for accession PM40 ( $p < 5\%$ ) and for cv.  
18 Tanzânia ( $p < 1\%$ ) (Figure 4). The genotype PM34 and cv. Massai presented, respectively,  
19 flooded root RGR 17,4% and 1,4% superior to non flooded, being, therefore, the most flood  
20 tolerant; the least tolerant were PM45 and cultivars Tanzânia and Mombaça (Figure 4).  
21 *Weekly above ground relative growth rate (RGR)*: comparing above ground (AG) RGR of  
22 flooded and non-flooded plants, this was lowest for all genotypes under flooding, except for  
23 cv. Massai (24% superior under flooding); however, it was statistically significant only for

1 genotype PM45 ( $p < 5\%$ ) and for cv. Tanzânia ( $p < 1\%$ ) (Figure 5). Cultivar Massai, based  
2 on the AG RGR, was the most flood tolerant genotype followed by cv. Mombaça and  
3 PM11, despite these two having presented a decrease of 16,6% and 17,5% in AG RGR  
4 under flooding, respectively. The genotypes PM40 and PM34 are less flood tolerant, with a  
5 decrease of 22,5% and 19,2%, while cv. Tanzânia and genotype PM45 were even less  
6 tolerant, with a decrease in AG RGR of 30,4% and 63,5%, respectively.

7 *Total relative growth rate:* considering the RGR of the whole plant (above ground and  
8 roots) under flooding as compared to non flooded plants, there was a statistical significant  
9 difference only for cv. Tanzânia ( $p < 1\%$ ) (Figure 6). The RGR of cv. Massai under  
10 flooding was 18,5% superior to not flooded, being the most flood tolerant. In decreasing  
11 order, the most flood tolerant genotypes were PM34, cv. Mombaça and PM11, despite  
12 having presented a decrease in RGR of 14,3%, 17,4% and 17,8%, respectively. The  
13 genotype PM45, cv. Tanzânia and PM40 were the least flood tolerant, with a RGR decrease  
14 of 63,9%, 33,3% and 20,9%, respectively.

15 Genotypes PM40 and PM45 presented statistically significant differences to some  
16 of the variables analyzed, while cv. Tanzânia presented statistically significant differences  
17 in all variables analyzed, concluding that none of these genotypes are flood tolerant.

18 Genotypes Massai, Mombaça, PM11 and PM34 did not present statistically  
19 significant differences to any of the variables analyzed, when subjected to flooding, thus  
20 concluding that they are flood tolerant, cv. Massai being the most tolerant followed by  
21 PM34, cv. Mombaça and PM11.

22

23 **CONCLUSIONS**

1           In the conditions of this experiment and with the *P. maximum* genotypes evaluated  
2 in this research, it may be concluded that cv. Massai is, at the moment, the most  
3 recommended option of forage for low permeability soils subject to temporary flooding,  
4 and accession PM34 is promising for these conditions. The most flood sensitive genotypes  
5 were cv. Tanzânia and PM45.

6  
7 **Acknowledgments:** Thanks are due to Embrapa Gado de Corte, Unipasto for financial  
8 support and to Colégio Militar de Campo Grande for the encouragement and legal  
9 permission to pursue the Master of Science Degree of the senior author.

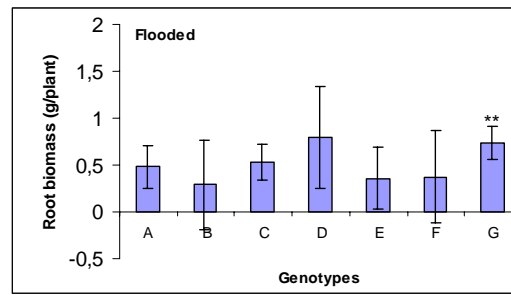
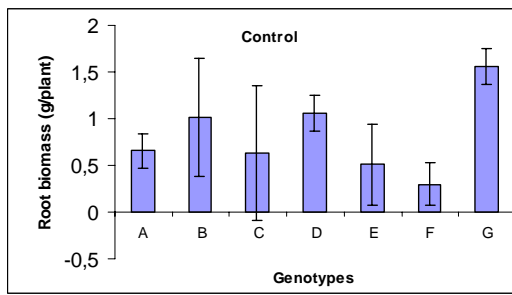
## 10 11 **REFERENCES**

- 12 Andrade ACS, Ramos FN, Souza AF, Loureiro, MB, Bastos R (1999) Flooding effects in  
13 seedlings of *Cytherexylum myrianthum* Charm. and *Genipa americana* L.: responses of  
14 two neotropical lowland tree species. Rev. Brasil. Bot., São Paulo, 22(2): 281-285.
- 15 Armstrong W, Brandle R, Jackson MB (1994) Mechanisms of flood tolerance in plants.  
16 Acta Bot. Neerl., Oxford 43:307-358.
- 17 Baruch Z (1994) Responses to drought and flooding in tropical forage grasses.I. Biomass  
18 allocation, leaf growth and mineral nutrients. Plant and Soil, 164:87-96.
- 19 Costa MNX (2004) Desempenho de duas gramíneas forrageiras tropicais tolerantes ao  
20 estresse hídrico por alagamento em dois solos glei húmicos. Piracicaba, Escola Superior  
21 de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. (Tese doutorado).
- 22 Crawford RMM (1993) Oxygen availability as an ecological limit to plant distribution.  
23 Adv. Ecol. Res. 23:93-185.

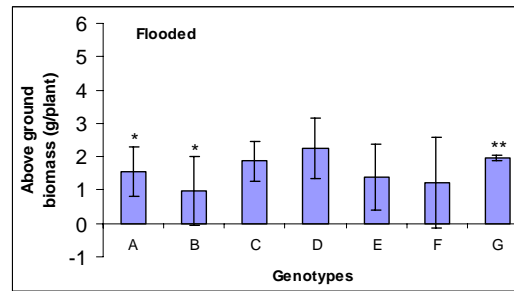
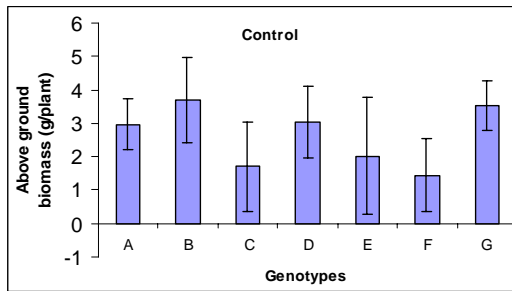


- 1 Dias-Filho MB (2002) Tolerance to flooding in five *Brachiaria brizantha* accessions. Pesq.  
2 Agrop. Bras., Brasília, DF, 37:439-447.
- 3 Dias-Filho, MB (2003) Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de  
4 recuperação. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 152p.
- 5 Dias-Filho MB (2006) Respostas morfofisiológicas de *Brachiaria* spp. ao alagamento do  
6 solo e a síndrome da morte do capim-marandu. In: Barbosa RA (ed), Morte de Pastos  
7 de Braquiárias, pp.83-101. EMBRAPA Gado de Corte, Campo Grande, MS, Brasil.
- 8 Dias-Filho MB, Carvalho CJR (2000) Physiological and morphological responses of  
9 *Brachiaria* spp. to flooding. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, 35:1959-1966.
- 10 Drew MC (1997) Oxygen deficiency and root metabolism: injury and acclimation under  
11 hypoxia and anoxia. Ann. Rev. Plant Mol. Biol. Palo Alto, 48:223-250.
- 12 Giaveno CD, Oliveira RF (2003) Apostila Estresse Ambiental: Conceitos Gerais. Depto de  
13 Ciências Biológicas da ESALQ/USP – Lab. Fisiologia de Plantas Cultivadas sob  
14 Condições de Estresse. Piracicaba, SP. 22p. Disponível em:  
15 <http://www.sbfv.org.br/materialdidatico.php> Acesso em: 11 ago. 2005.
- 16 Gontijo Neto MM, Jank L, Laura VA, Resende RMS, Calixto S, Joba I (2004) Seleção de  
17 genótipos de *Panicum maximum* para áreas sujeitas a alagamentos temporários. In:  
18 Resumos do Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, 2., UFPR:UFRGS:  
19 IAPAR: EMBRAPA:ESALQ. Curitiba, Brasil. 1 CD-ROM.
- 20 Humphreys LR (1981) Environmental adaptation of tropical pasture plants. McNillon,  
21 London.

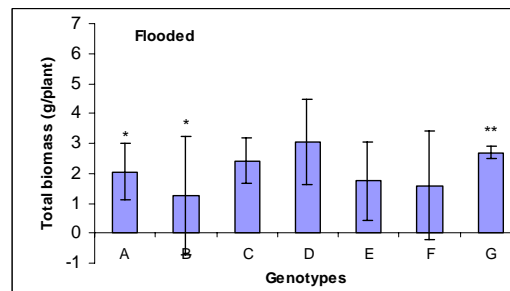
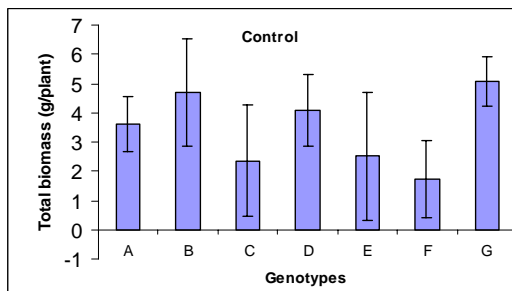
- 1 Jackson MS (1989) Regulation of aerenchyma formation in roots and shoots by oxygen and  
2 ethylene. In: Osborne DJ, Jackson MS (eds), Cell separation in plants. *Physiol.*  
3 *Biochem. Mol. Biol.*, Berlin. NATO ASI Series, H35:263-274.
- 4 Jackson MS, Drew MC (1984) Effect of flooding on growth and metabolism of herbaceous  
5 plants. In: Kozlowski TT (ed), *Flooding and plant growth*. Madison: Wisconsin  
6 Academic Press 3:325-336.
- 7 Queiroz RJB, Dias-Filho MB (2003) Tolerância ao alagamento do solo em seis acessos de  
8 *Brachiaria brizantha*. In: [www.cpatu.embrapa.br/pub\\_res\\_exp/tolerancia](http://www.cpatu.embrapa.br/pub_res_exp/tolerancia) Acesso em:  
9 21 ago 2006.
- 10 Sousa CAF, Sodek L (2002) The metabolic response of plants to oxygen deficiency. *Braz.*  
11 *J. Plant. Physiol.* 14(2):83-94.
- 12 Taiz L, Zeiger E (2004) *Fisiologia Vegetal*. Trad. Eliane Romanato Santarém et al., 3 ed. ,  
13 Porto Alegre: Artmed, 2004.



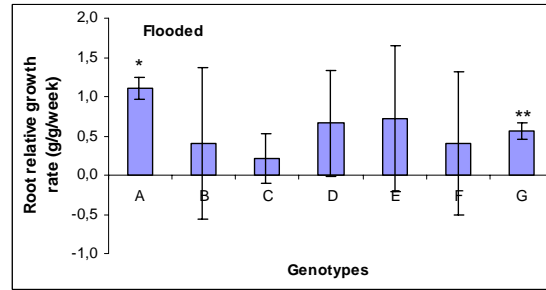
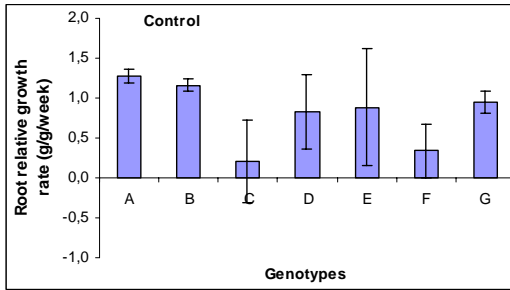
**Figure 1.** Root biomass of *Panicum maximum* genotypes PM40 (A), PM45 (B), cv. Massai (C), cv. Mombaça (D), PM11 (E), PM34 (F) and cv. Tanzânia (G). An asterisk indicates that for the same accession, the difference between treatments was statistically significant at 5% level and two asterisks, significant at 1% level. The bar indicates the inferior and superior confidence interval (90%) for each genotype.



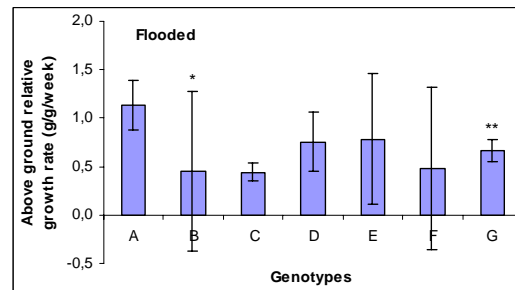
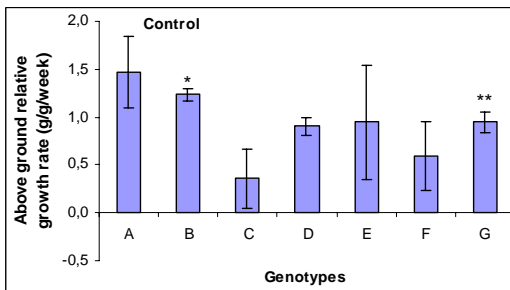
**Figure 2.** Above ground biomass of *Panicum maximum* genotypes PM40 (A), PM45 (B), cv. Massai (C), cv. Mombaça (D), PM11 (E), PM34 (F) and cv. Tanzânia (G). An asterisk indicates that for the same accession, the difference between treatments was statistically significant at 5% level and two asterisks, significant at 1% level. The bar indicates the inferior and superior confidence interval (90%) for each genotype.



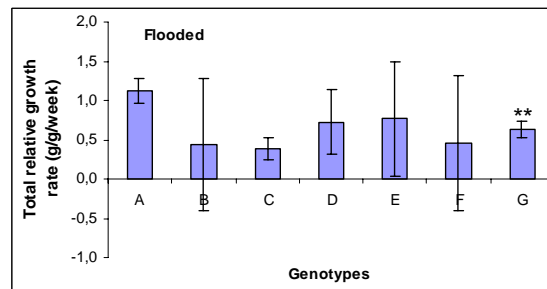
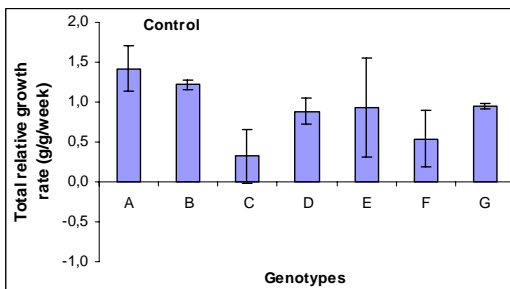
**Figure 3.** Total biomass of *Panicum maximum* genotypes PM40 (A), PM45 (B), cv. Massai (C), cv. Mombaça (D), PM11 (E), PM34 (F) and cv. Tanzânia (G). An asterisk indicates that for the same accession, the difference between treatments was statistically significant at 5% level and two asterisks, significant at 1% level. The bar indicates the inferior and superior confidence interval (90%) for each genotype.



**Figure 4.** Root relative growth rate of *Panicum maximum* genotypes PM40 (A), PM45 (B), cv. Massai (C), cv. Mombaça (D), PM11 (E), PM34 (F) and cv. Tanzânia (G). An asterisk indicates that for the same accession, the difference between treatments was statistically significant at 5% level and two asterisks, significant at 1% level. The bar indicates the inferior and superior confidence interval (90%) for each genotype.



**Figure 5.** Above ground relative growth rate of *Panicum maximum* genotypes PM40 (A), PM45 (B), cv. Massai (C), cv. Mombaça (D), PM11 (E), PM34 (F) and cv. Tanzânia (G). An asterisk indicates that for the same accession, the difference between treatments was statistically significant at 5% level and two asterisks, significant at 1% level. The bar indicates the inferior and superior confidence interval (90%) for each genotype.



**Figure 6.** Total relative growth rate of *Panicum maximum* genotypes PM40 (A), PM45 (B), cv. Massai (C), cv. Mombaça (D), PM11 (E), PM34 (F) and cv. Tanzânia (G). An asterisk indicates that for the same accession, the difference between treatments was statistically significant at 5% level and two asterisks, significant at 1% level. The bar indicates the inferior and superior confidence interval (90%) for each genotype.

### **III - ARTIGO A SER SUBMETIDO À REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**

#### **TÍTULO:**

AValiação DE SETE GENÓTIPOS DE *Panicum maximum* Jacq. PARA ÁREAS SUJEITAS A ALAGAMENTOS TEMPORÁRIOS

#### **AUTORES:**

Adriane Schio Silva<sup>1,2</sup>, Valdemir Antônio Laura<sup>1,3</sup> and Liana Jank<sup>3\*</sup>

#### **AFILIAÇÃO:**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – CCBS Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – Mestrado em Biologia Vegetal

<sup>2</sup>Colégio Militar de Campo Grande – Seção de Ensino “C” - Av. Presidente Vargas, nº 2800, Bairro Santa Carmélia, CEP 79115-000, Campo Grande, MS, Brasil

<sup>3</sup>Embrapa Gado de Corte – Rod. BR 262, km 4 – Cx Postal 154, CEP 79002-970, Campo Grande, MS, Brasil. \*Corresponding author: liana@cnpqg.embrapa.br

### 3.1. NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA

## **Normas para preparação de trabalhos científicos submetidos à publicação na Revista Brasileira de Zootecnia**

**A fim de prestigiar a comunidade científica nacional, é importante que os autores esgotem as informações disponíveis na literatura brasileira, principalmente aquelas já publicadas na Revista Brasileira de Zootecnia.**

#### **Instruções gerais**

Os artigos científicos devem ser originais e submetidos em um arquivo doc identificado, juntamente com uma carta de encaminhamento, que deve conter e.mail, endereço e telefone do autor responsável e área selecionada de publicação (Aquicultura, Forragicultura, Melhoramento, Genética e Reprodução, Monogástricos, Produção Animal e Ruminantes). Deve-se evitar o uso de termos regionais ao longo do texto. O pagamento da taxa de tramitação - pré-requisito para emissão do número de protocolo -, no valor de R\$25,00 (vinte e cinco reais), deverá ser efetuado na conta da Sociedade Brasileira de Zootecnia (ag: 1226-2; conta: 90854-1; Banco do Brasil). O comprovante poderá ser encaminhado por fax (31-38992270) ou endereço eletrônico (secretariabz@ufv.br).

Uma vez aprovado o artigo, **no ato da publicação**, será cobrada uma taxa de publicação, que no ano de **2006** será de R\$150,00 (cento e cinquenta reais para os artigos completos em inglês e de R\$75,00 (setenta e cinco reais) para os demais, além do pagamento de páginas editadas excedentes (a partir da nona). O Editor Chefe e o Conselho Científico, em casos especiais, têm o direito de decidir sobre a publicação do artigo.

**Língua:** português ou inglês

**Formatação de texto:** times new roman 12, espaço duplo (exceto Resumo, Abstract e Tabelas), margens superior, inferior, esquerda e direita de 2,5; 2,5; 3,5; e 2,5 cm, respectivamente. Pode conter até 25 páginas, numeradas sequencialmente em algarismos arábicos. As páginas devem apresentar linhas numeradas.

#### **Estrutura do artigo**

**Geral:** o artigo deve ser dividido em seções com cabeçalho centralizado, em negrito, na seguinte ordem: Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimento e Literatura Citada. Cabeçalhos de 3ª ordem devem ser digitados em caixa baixa, parágrafo único e itálico. Os parágrafos devem iniciar a 1,0 cm da margem esquerda.

**Título:** deve ser preciso e informativo. Quinze palavras são o ideal e 25, o máximo. Digitá-lo em

negrito e centralizado, segundo o exemplo: Valor nutritivo da cana-de-açúcar para bovinos em crescimento). Quando necessário, indicar a entidade financiadora da pesquisa, como primeira chamada de rodapé numerada.

### **Autores**

Deve-se listar até **seis autores**. A primeira letra de cada nome/sobrenome deve ser maiúscula (Ex.: Anacleto José Benevenuto), centralizado e em negrito. Não listá-los apenas com as iniciais e o último sobrenome (Ex.: A.J. Benevenuto). Outras pessoas que auxiliaram na condução do experimento e/ou preparação/avaliação do manuscrito devem ser mencionadas em **Agradecimento**.

Digitá-los separados por vírgula, com chamadas de rodapé numeradas e em sobrescrito, que indicarão o vínculo profissional dos autores. Informar somente o endereço eletrônico do responsável pelo artigo.

**Ato da publicação:** todos os autores devem estar em dia com a anuidade da SBZ, exceto co-autores que não militam na área zootécnica, como estatísticos, químicos, biólogos, entre outros, desde que não sejam o primeiro autor.

**Processo de tramitação:** basta que um autor esteja quite com a anuidade do ano corrente.

**Resumo:** deve conter entre 150 e 300 palavras. O texto deve ser justificado e digitado em parágrafo único e espaço 1,5, começando por RESUMO, iniciado a 1,0 cm da margem esquerda.

**Abstract:** deve aparecer obrigatoriamente na segunda página. O texto deve ser justificado e digitado em espaço 1,5, começando por ABSTRACT, em parágrafo único, iniciado a 1,0 cm da margem esquerda. Deve ser redigido em inglês.

**Palavras-chave e Key Words:** apresentar até seis (6) palavras-chave e Key Words imediatamente após o RESUMO e ABSTRACT, em ordem alfabética. Devem ser elaboradas de modo que o trabalho seja rapidamente resgatado nas pesquisas bibliográficas. Não podem ser retiradas do título do artigo. Digitá-las em letras minúsculas, com alinhamento justificado e separado por vírgulas. Não devem conter ponto final.

**Tabelas e Figuras:** são expressas em forma bilíngüe (português e inglês), em que o correspondente expresso em inglês deve ser digitado em tamanho menor e italizado. Devem ser numeradas seqüencialmente em algarismos arábicos e apresentadas logo após a chamada no texto. O título de tabelas e figuras deve ser curto e informativo, devendo-se adotar as abreviaturas divulgadas oficialmente pela RBZ.

**Citações no texto:** as citações de autores no texto são em letras minúsculas, seguidas do ano de publicação. Quando houver dois autores, usar & (e comercial) e, no caso de três ou mais autores, citar apenas o sobrenome do primeiro, seguido de et al.

**Estilo RBZ:** a equipe da RBZ, ao longo do tempo, vai divulgar abreviaturas, dicas de redação, unidades e termos técnicos usualmente adotados, no intuito de uniformizar o texto científico.

## Literatura Citada

**Geral:** é normalizada segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (NBR 6023), à exceção das exigências de local dos periódicos. Em obras com dois e três autores, mencionam-se os autores separados por ponto e vírgula e naquelas com mais de três autores, os três primeiros vêm seguidos de et al. O termo et al. Não deve ser italizado e nem precedido de vírgula. Deve ser redigida em página separada e ordenada alfabeticamente pelo(s) sobrenome(s) do(s) autor(es). Os destaques deverão ser em negrito e os nomes científicos, em itálico. Indica-se o(s) autor(es) com entrada pelo último sobrenome seguido do(s) prenome(s) abreviado (s), exceto para nomes de origem espanhola, em que entram os dois últimos sobrenomes. Digitá-las em espaço simples e formatá-las segundo as seguintes instruções: no menu FORMATAR, escolha a opção PARÁGRAFO... ESPAÇAMENTO...ANTES...6 pts.

### **Obras de responsabilidade de uma entidade coletiva (a entidade é tida como autora)**

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 12.ed. Washington, D.C.: 1975. 1094p.

## Livros

NEWMANN, A.L.; SNAPP, R.R. **Beef cattle**. 7.ed. New York: John Wiley, 1997. 883p.

## Teses e Dissertações

**Deve-se evitar a citação de teses, procurando referenciar os artigos publicados na íntegra em periódicos indexados.**

CASTRO, F.B. **Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado em bovinos**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1989. 123p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1989.

## Boletins e Relatórios

BOWMAN, V.A. **Palatability of animal, vegetable and blended fats by equine**. (S.L.): Virgínia Polytechnic Institute and State University, 1979. p.133-141 (Research division report, 175).

## Capítulos de livro

LINDHAL, I.L. Nutrición y alimentación de las cabras. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **Fisiologia digestiva y nutrición de los ruminantes**. 3.ed. Zaragoza: Acríbia, 1974. p.425-434.

## Periódicos

RESTLE, J.; VAZ, R.Z.; ALVES FILHO, D.C. et al. Desempenho de vacas Charolês e Nelore desterneiradas aos três ou sete meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.499-507, 2001.



## **Congressos, reuniões, seminários etc**

CASACCIA, J.L.; PIRES, C.C.; RESTLE, J. Confinamento de bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p.468.

**Citar o mínimo de trabalhos publicados em forma de resumo, procurando sempre referenciar os artigos publicados na íntegra em periódicos indexados.**

## **Citação de trabalhos publicados em CD ROM**

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [1999] 17par. CD-ROM. Forragicultura. Avaliação com animais. FOR-020.

**Na citação de material bibliográfico obtido via internet, o autor deve procurar sempre usar artigos assinados, sendo também sua função decidir quais fontes têm realmente credibilidade e confiabilidade.**

## **Citação de trabalhos em meios eletrônicos**

### **Usenet News**

Autor, < e-mail do autor, “Assunto”, “Data da publicação”, <newsgroup (data em que foi acessado)

### **E.mail**

Autor, < e-mail do autor. “Assunto”, Data de postagem, e-mail pessoal, (data da leitura)

### **Web Site**

Autor [se conhecido], “Título”(título principal, se aplicável), última data da revisão [se conhecida], < URL (data em que foi acessado)

### **FTP**

Autor [se conhecido] “Título do documento”(Data da publicação) [se disponível], Endereço FTP (data em que foi acessado)

## **Instructions for papers submitted to publication in the Brazilian Journal of Animal Science**

**Complete instructions can be obtained by e.mail (rsbz@ufv.br)**

### **General instructions**

Three copies of the paper and 3.5" diskette should be submitted, along with a processing fee of US\$30.00. The accompanying letter should contain the e.mail and mailing addresses of the author, telephone, and the area selected for publication (Aquiculture, Forage Crops, Breeding, Genetic and Reproduction, Monogastrics, Animal Production and Ruminants). Once approved the article, at the moment of publication, the author should pay for the published pages.

**Language:** English or Portuguese

**Text formate:** Times new roman, size 12, double-space, superior, inferior, left and right margins of 2.5, 2.5, 3.5, and 2.5 cm, respectively, up to 25 pages, numbered consecutively in Arabic numbers. Pages should have numbered lines.

### **Article structure**

**General:** The paper should be divided into sections, in the following order: Abstract, Resumo, Introduction, Material and Methods, Results and Discusssion, Conclusions, Acknowledgements and Literature Cited.

**Authors:** Authors should be members of the Brazilian Society of Animal Science. Complete names of authors should be listed. Do not list them with the initials only (Ex.: A.J. Benevenuto).

**Resumo:** Should be written in Portuguese

**Abstract:** Should be written in English

**Key Words:** Should list no more than 6 Key Words, just after the ABSTRACT, in alphabetical order.

**Tables and Figures:** Numbered in Arabic numerals. Tables (captions above) and Figures are cited just after the citation in the text.

### **Literature Cited**

**General:** References in the text should be cited using the format: (Santos & Silva, 1992) or Santos & Silva (1992). When there are more than two authors, use the format (Souza et al., 2000). References to two or more articles by the same author(s), in the same year, should be identified with small letter (Gomes, 2001a,b).

References should include papers and works cited in the text, tables or figures and should be listed in alphabetical order, according to the following examples:

### **Participation in collective work**

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 12.ed. Washington, D.C.: 1975. 1094p.

### **Books**

NEWMANN, A.L.; SNAPP, R.R. **Beef cattle**. 7.ed. New York: John Wiley, 1997. 883p.

### **Thesis and Dissertations**

CASTRO, F.B. **Avaliação do processado de digestão de bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado em bovinos**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1989. 123p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, 1989.

### **Bulletins and Reports**

BOWMAN, V.A. **Palatability of animal, vegetable and blended fats by equine**. (S.I.): Virgínia Polytechnic Institute and State University, 1979. p.133-141 (Research division report, 175).

### **Book chapter**

LINDHAL, I.L. Nutrición y alimentación de las cabras In: CHURCH, D.C. (Ed.) **Fisiología digestiva y nutrición de los ruminantes**. 3.ed. Zaragoza: Acríbia, 1974. p.425-434.

### **Journals**

LUCY, M.C.; De La SOTA, R.L.; STAPLES, C.R. et al. Ovarian follicular populations in lactating dairy cows treated with recombinant bovine somatotropin (Sometribove) or saline and fed diets differing in fat content and energy. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.4, p.1014-1027, 1993.

### **Congress, Seminars etc**

CASACCIA, J.L.; PIRES, C.C.; RESTLE, J. Confinamento de bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p.468.

### **Citation of Papers Published on CD ROM**

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA

DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira Zootecnia/Gmosis, [1999] 17par. CD-ROM. Forragicultura. Avaliação com animais. FOR-020.

### 3.2- ARTIGO A SER SUBMETIDO À REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA

1           **AVALIAÇÃO DE SETE GENÓTIPOS DE *Panicum maximum* Jacq. PARA**  
2                           **ÁREAS SUJEITAS A ALAGAMENTOS TEMPORÁRIOS**

3  
4           **Adriane Schio Silva<sup>1,2</sup>, Valdemir Antônio Laura<sup>1,3</sup> and Liana Jank<sup>3\*</sup>**  
5

6    *RESUMO* Várias regiões do Brasil sofrem prejuízos com o alagamento temporário de  
7    pastagens não adaptadas a esta situação de estresse. Selecionou-se sete genótipos de  
8    *Panicum maximum* (os acessos PM11, PM34, PM40 e PM45 e as cultivares Massai,  
9    Mombaça e Tanzânia) dentre 24 acessos e cultivares desta espécie que já tinham sido  
10   avaliados e selecionados sob alagamento temporário, em trabalho anterior. Estes sete  
11   genótipos foram germinados em gerbox e transplantados para vasos plásticos. Usou-se o  
12   delineamento inteiramente ao acaso, com três repetições; as parcelas foram constituídas  
13   por um vaso com duas plantas cada, submetidas a duas condições: alagado e não  
14   alagado, avaliadas a cada 14 dias, durante 56 dias. Visou-se obter o(s) melhor(es)  
15   genótipo(s) sob as duas condições, ou seja, alagado e não alagado. Baseado na  
16   proporção de biomassa de raiz e da parte aérea das plantas alagadas e não alagadas e no  
17   índice de inibição de raízes, pode-se inferir que o Massai foi o genótipo que melhor  
18   tolerou o alagamento. A Tanzânia apesar de ter um rendimento mais baixo que o Massai,  
19   também suportou o alagamento até a oitava semana. O genótipo PM34, o PM11, a  
20   Mombaça e o PM40 suportaram bem as duas primeiras semanas, depois houve  
21   comprometimento do crescimento. O PM45 apresentou uma queda abrupta de biomassa  
22   da parte aérea desde a segunda semana de alagamento. Dentre as variáveis avaliadas, a  
23   cv. Massai não diferiu entre as condições alagadas e não alagadas, sendo o genótipo  
24   mais indicado à condição de alagamentos temporários, seguida pela Tanzânia. O

---

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – CCBS Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – Mestrado em Biologia Vegetal; <sup>2</sup>Colégio Militar de Campo Grande – Seção de Ensino “C” - Av. Presidente Vargas, nº 2800, Bairro Santa Carmélia, CEP 79115-000, Campo Grande, MS, Brasil; <sup>3</sup>Embrapa Gado de Corte – Rod. BR 262, km 4 – Cx Postal 154, CEP 79002-970, Campo Grande, MS, Brasil. \*Corresponding author: [liana@cnpqc.embrapa.br](mailto:liana@cnpqc.embrapa.br)

1 genótipo PM34 mostrou-se tolerante ao alagamento somente até a segunda semana de  
2 alagamento.

3 **Palavras chave:** anoxia, encharcamento, gramínea forrageira

4

5 **EVALUATION OF SEVEN GENOTYPES OF *Panicum maximum* Jacq. FOR**  
6 **AREAS UNDER TEMPORARY FLOODING**

7

8 *ABSTRACT* Several regions of Brazil have damages with the temporary flooding of  
9 pastures that are not adapted to this abiotic stress. Seven genotypes of *Panicum*  
10 *maximum* (accessions PM11, PM34, PM40 and PM45 and cultivars Massai, Mombaça  
11 and Tanzania) were selected from a preliminary research involving the evaluation of 24  
12 accessions and cultivars of the species under temporary flooding. These seven genotypes  
13 were germinated in gerbox and transplanted to plastic pots. A completely randomized  
14 experimental design was used, with three replications; the plots were constituted by one  
15 pot with two plants each, under two conditions: flooded and not flooded, evaluated every  
16 14 days, during 56 days. The aim in this work was to obtain the best genotype(s) under  
17 two conditions (flooded and not flooded). Based on the proportion of dry root and above  
18 ground biomass of flooded and not flooded plants and in the index of root inhibition, it  
19 can be inferred that Massai was the genotype that most tolerated flooding. Tanzania  
20 showed lower biomass production than Massai, however, also grew well under flooding  
21 until the eighth week. The genotypes (PM34, PM11, Mombaça and PM40) showed good  
22 growth in the first two weeks, and then showed lower growth. Accession PM45 showed  
23 a big reduction of dry biomass since the second week of flooding. Considering the  
24 evaluated variables, cv. Massai did not differ between the flooded and not flooded  
25 conditions, and was the most indicated to temporary flooded conditions, followed by  
26 Tanzania. It can also be inferred, that PM34 is tolerant to root inhibition only until the  
27 second week of flooding.

28 **Key words:** anoxia, forage grass, waterlogging

## INTRODUÇÃO

Hoje a introdução de forragens exóticas, tanto para gado de leite quanto para gado de corte, é bem representativa, sendo que a maior parte das sementes veio do continente Africano e agora representa uma boa parte das pastagens brasileiras (Serrão et al., 1993; Zimmer & Euclides Filho, 1997; Nabinger et al. 1999). Dentre, as várias espécies de gramíneas exóticas, têm-se estudado principalmente os gêneros *Brachiaria* e *Panicum*, bastante comuns nas áreas de pastagens do Brasil, a fim de se obter cultivares mais tolerantes e adaptadas e com maior produtividade para as diversas regiões brasileiras.

Em 1994 registrou-se, em pastagens do estado do Acre, a ocorrência da síndrome da morte da *B. brizantha* cv. Marandu, em solos sujeitos a alagamentos temporários; a partir desta data além do Acre, em outros estados, como Pará, Mato Grosso e Tocantins, também se registrou a ocorrência desta síndrome, não somente com a cv. Marandu, mas também com algumas outras forrageiras (Teixeira Neto et al., 2000; Valentim et al., 2000; Laura et al., 2005). A síndrome morte do capim-marandu manifesta-se durante a estação chuvosa, com o murchamento e morte de touceiras inteiras da gramínea (Teixeira Neto et al., 2000; Valentim et al., 2000).

O capim-marandu (*B. brizantha*) é a forrageira mais cultivada no Brasil (Marchi et al., 2006), e qualquer problema que afete sua persistência pode comprometer e/ou inviabilizar a pecuária bovina. Enquanto a morte do capim-marandu não é completamente elucidada, a alternativa mais indicada para minimizar o problema econômico, é a substituição desta cultivar por outras forrageiras mais adaptadas, principalmente nas regiões onde o problema tem sido recorrente (Andrade & Valentim, 2004).



1           A *B. brizantha* é intolerante a solos sujeitos a alagamento temporário (Dias-Filho  
2 & Carvalho, 2000). Aparentemente, a baixa tolerância do capim-marandu ao excesso de  
3 água no solo seria fator de predisposição para a instalação da “síndrome”, por causa das  
4 alterações morfofisiológicas sofridas pela planta sob deficiência de oxigênio no solo.  
5 Tais alterações tornariam o capim-marandu mais susceptível a ataques de agentes  
6 bióticos, como fungos patogênicos (Dias-Filho, 2006).

7           Em decorrência de um problema concreto e muito sério, a morte de pastagens em  
8 algumas regiões do Brasil e das possibilidades de solucioná-lo, considerando a  
9 diversidade e variabilidade entre as espécies, torna-se necessário conhecer plantas que  
10 apresentem tolerância ao estresse hipóxico e anóxico para que possam ser indicadas para  
11 o cultivo nestas regiões. Segundo Gontijo Neto et al. (2004), o cultivo de plantas  
12 forrageiras adaptadas ao alagamento temporário apresenta-se como alternativa para estas  
13 áreas.

14           A capacidade das espécies de se mostrarem tolerantes e adaptadas a períodos de  
15 encharcamento do solo ou mesmo inundação pode ser atribuída a mecanismos de  
16 adaptação morfológicos e anatômicos, tais como lenticelas hipertrofiadas, raízes  
17 superficiais, raízes adventícias, aerênquimas e crescimento caulinar, fundamentais no  
18 transporte e difusão de oxigênio para as partes submersas das plantas (Atwell et al.,  
19 1988; Scott et al., 1989; Visser et al, 1996; Drew, 1997, Ishida et al., 2002).

20           Penteado e Macedo (2000), indicam que o cultivo de plantas forrageiras tolerantes  
21 ao alagamento ou adaptadas a condições de má drenagem é uma alternativa para o  
22 aproveitamento de áreas consideradas pouco produtivas para pecuária de corte.

1 Em pesquisa anterior sobre avaliação e seleção de *P. maximum* Jacq. sob  
2 alagamento temporário foram avaliados 24 genótipos desta espécie, sendo 21 acessos e 3  
3 cultivares (Laura et al., 2005), onde se selecionou os mais promissores como opções  
4 forrageiras para áreas com solos de baixa permeabilidade e sujeitos a alagamento  
5 sazonal. Destes 24 genótipos, selecionou-se para esta pesquisa, sete genótipos de *P.*  
6 *maximum* que foram avaliados sob duas condições, alagados e não alagados,  
7 selecionando-se os mais promissores como opções forrageiras para áreas de pastagem  
8 que apresentam solos com baixa permeabilidade e sujeitas ao alagamento temporário.

9

10

## MATERIAL E MÉTODOS

11

12

13

14

15

16

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Embrapa Gado de Corte em Campo Grande/MS, Brasil. Avaliaram-se sete genótipos, sendo quatro acessos (PM11, PM34, PM40 e PM45), e três cultivares comerciais (Massai, Mombaça e Tanzânia) de *P. maximum* pré-selecionados por Gontijo Neto et al. (2004) como possíveis opções forrageiras para áreas de pastagem que apresentam solos com baixa permeabilidade e sujeitas ao alagamento temporário.

17

18

19

20

21

22

As sementes de *P. maximum* foram germinadas em gerbox preenchidos com substrato comercial Plant Max HA® e irrigadas diariamente. Após 20 dias da semeadura as plantas jovens foram transplantadas para vasos com capacidade de 6 L (duas plantas/vaso). Como substrato, utilizou-se Latossolo Vermelho Escuro e areia peneirados (3:1 respectivamente). Após 21 dias do transplante, aplicou-se 50 mL.vaso<sup>-1</sup> da solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950); 15 dias depois realizou-se o corte de

1 uniformização (a 0,10 m de altura) e sete dias após as plantas foram submetidas aos  
2 tratamentos: alagado e não alagado. As plantas não alagadas (solo próximo à capacidade  
3 de campo) foram irrigadas diariamente e o excesso de água era drenado pelos furos  
4 existentes na base dos vasos. As plantas alagadas permaneceram com uma lâmina  
5 d'água, de  $\pm 0,05$  m acima do nível do solo, que foi mantida até a data do corte,  
6 colocando-se os vasos de 6 L dentro de vasos de 8 L revestidos internamente com sacos  
7 plásticos (0,50 m x 0,70 m).

8 Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 7 X 2  
9 (sete genótipos e duas condições – alagado e não alagado), com três repetições,  
10 avaliados durante cinco períodos de avaliação (tempo de alagamento), durante 56 dias.  
11 Após cada período de alagamento (0, 2, 4, 6 ou 8 semanas), para cada condição de  
12 alagamento (alagado como não alagado), realizou-se um corte rente ao solo para a  
13 determinação da biomassa da parte aérea. Todo o substrato do vaso foi retirado e lavou-  
14 se e coletou-se as raízes para determinação da biomassa de raiz. A biomassa foi  
15 determinada, em balança digital, após a secagem do material em estufa, com circulação  
16 forçada de ar a 65°C por 72 horas.

17 Calculou-se a proporção entre a biomassa de raízes (e parte aérea) de plantas  
18 alagadas e não alagadas, ao longo do período de alagamento (em semanas), dividindo-se  
19 a biomassa seca produzida na condição alagada pela biomassa seca produzida na  
20 condição não alagada, multiplicando-se o valor por 100.

21 Calculou-se o crescimento relativo de raízes (CRR), em cada condição (alagado e  
22 não alagado) para estimar a inibição do crescimento radical (I);  $CRR = [(BSFR / BSIR)$   
23  $-1] \times 100$ , utilizando-se a fórmula adaptada de Parentoni et al. (1997) por Almeida et al.

1 (2000), onde: BSFR = Biomassa Seca Final de Raízes e BSIR = Biomassa Seca Inicial  
2 de Raízes; e  $I = [ 1 - (CRR_{+AI} / CRR_{-AI}) ] \times 100$ , (adaptado de Horst et al., 1997 por  
3 Almeida et al. (2000), onde  $CRR_{+AI}$  refere-se ao crescimento relativo das raízes das  
4 plantas alagadas e  $CRR_{-AI}$  ao das plantas não alagadas.

5 Determinou-se ainda, em cada período de alagamento, a sobrevivência de plantas e  
6 o número de perfilhos por vaso e a altura das plantas (da superfície do solo até a lígula  
7 exposta mais alta da planta). Para cada variável, calculou-se a média e o intervalo de  
8 confiança (IC) da média (90%), utilizando-se o software estatístico Minitab for  
9 Windows versão 12.1.

10

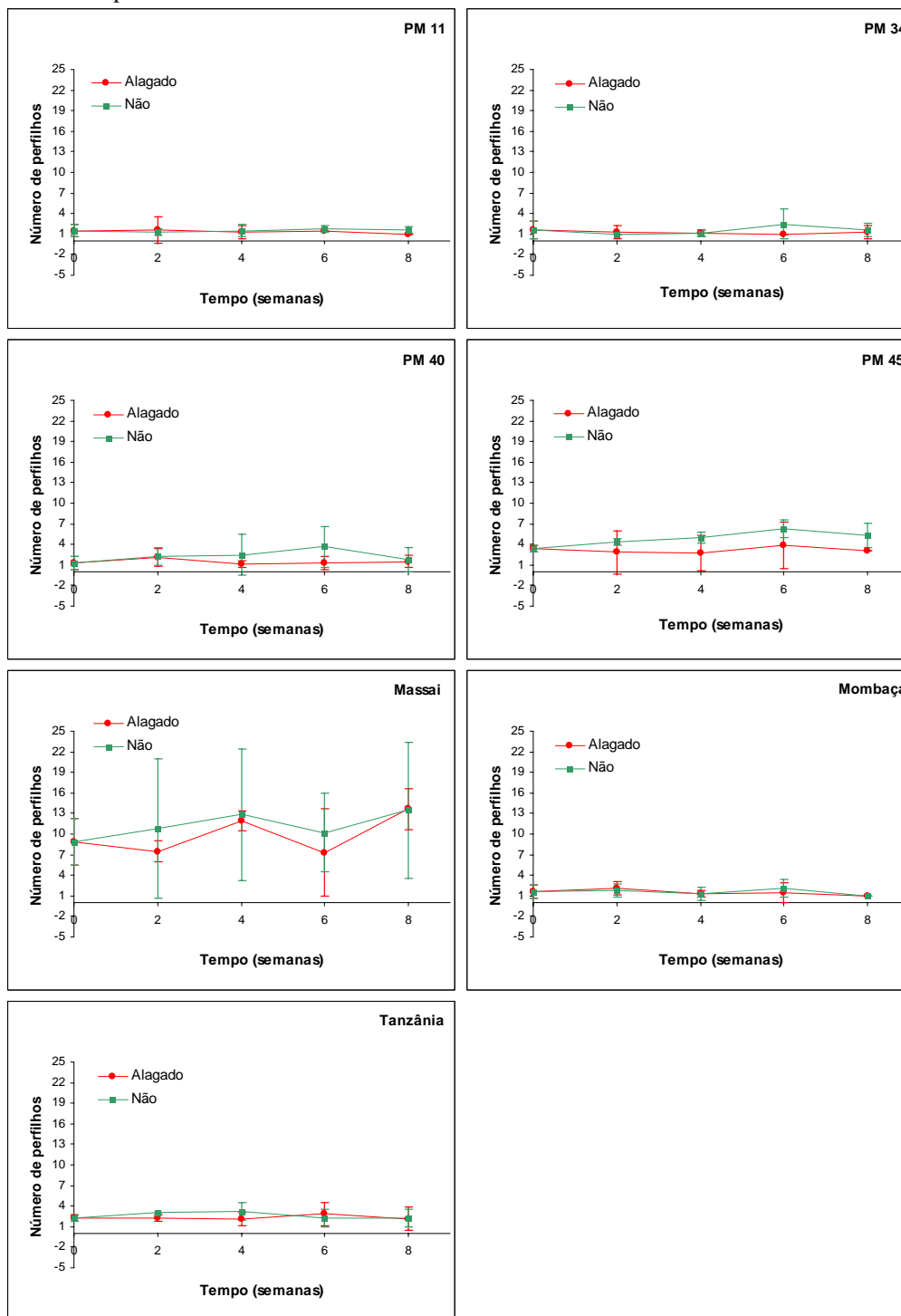
11

## RESULTADOS

12 *Sobrevivência:* Durante o experimento, não houve morte de plantas (dados não  
13 apresentados).

14 *Número de perfilhos:* Observou-se que, nos acessos PM34, PM40 e nas cultivares  
15 Massai e Mombaça, não houve diferença no número de perfilhos de plantas alagadas e  
16 não alagadas (IC 90%). Já para os acessos PM11 e PM45, até a sexta semana o  
17 alagamento não afetou o número de perfilhos (IC 90%), mas na oitava semana as plantas  
18 não alagadas tinham mais perfilhos que as alagadas (Figura 1).

Número de perfilhos – IC 90%



1

2 **Figura 1.** Número de perfilhos com intervalo de confiança de 90%.

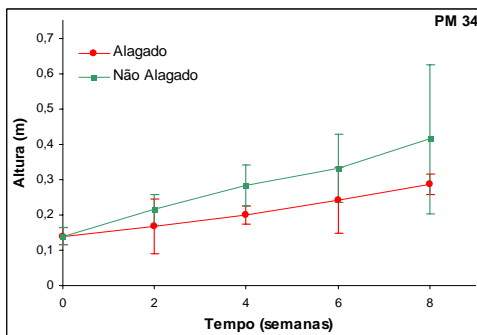
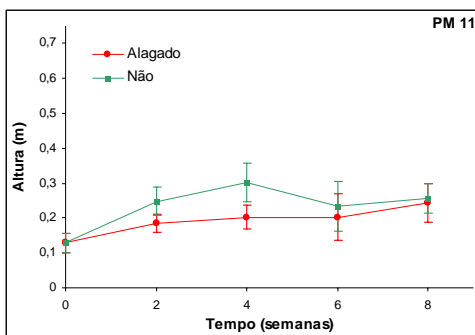
3 *Figure 1.* Number of tillers with a confidence interval of 90%.

1 A cultivar Massai apresentou maior amplitude no IC, provavelmente pela própria  
2 característica genética deste material, que perfilha mais que os outros genótipos  
3 avaliados.

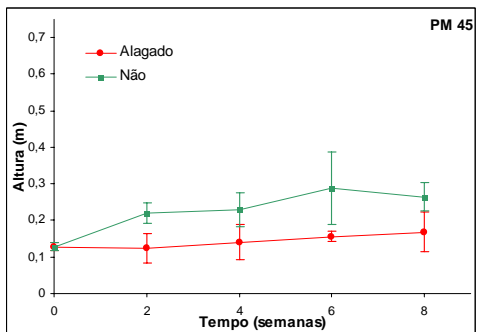
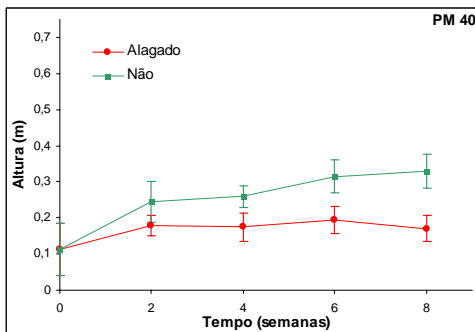
4 A cv. Tanzânia, sob alagamento, apresentou menos perfilhos apenas na segunda  
5 semana, recuperando-se posteriormente, não sendo afetada pelo alagamento.

6 *Altura*: A altura da cv. Massai não foi afetada pelo alagamento (Figura 2); assim como  
7 das cvs. Mombaça e Tanzânia e do acesso PM34, mas estes apresentaram uma amplitude  
8 maior no intervalo de confiança.

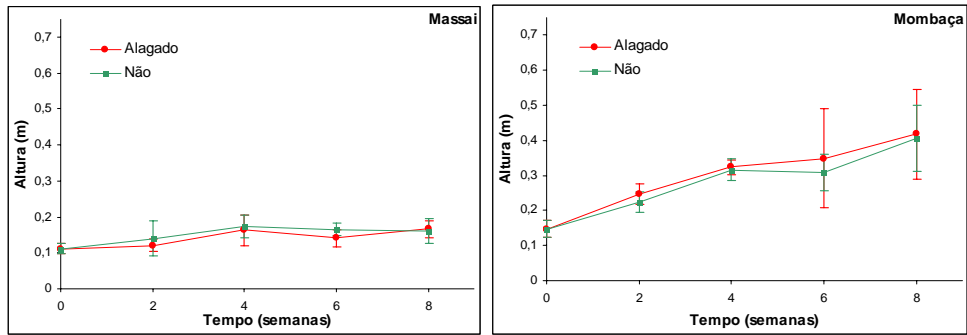
9



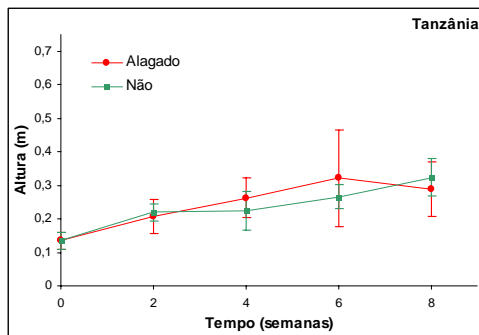
10



1



2



3 **Figura 2.** Altura das plantas (em metros) de cada genótipo ao longo do período de alagamento (em  
4 semanas), com I.C. 90%.

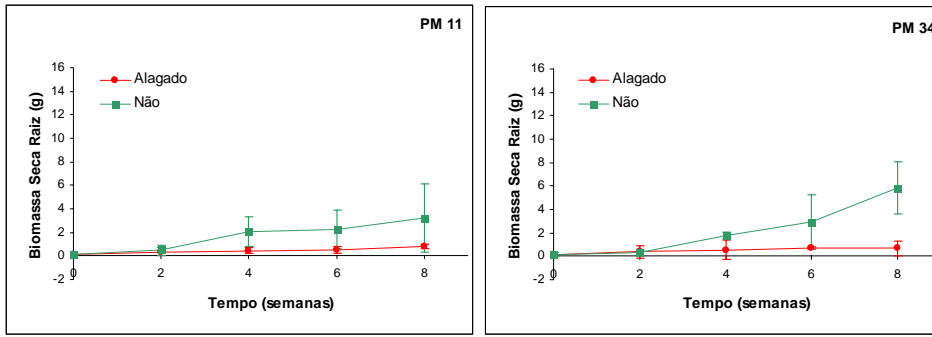
5 *Figure 2. Plant height (in m) of each genotype during the flooding period (in weeks), with C.I. 90%*

6 As plantas do acesso PM45, já a partir da segunda semana de alagamento estavam  
7 menores que as plantas não alagadas (IC 90%), enquanto que para o acesso PM40 essa  
8 diferença foi registrada a partir da quarta semana de alagamento.

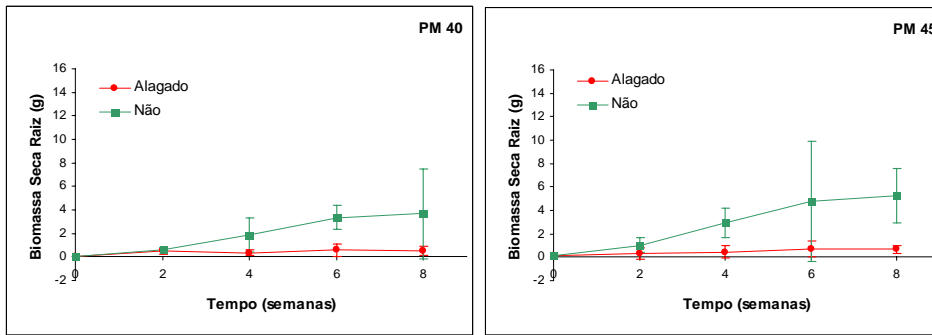
9 Para o acesso PM11, as plantas não alagadas foram superiores às alagadas, em  
10 altura, apenas na quarta semana, não havendo diferença nas demais avaliações (IC 90%).

11 *Biomassa de raízes:* Para os genótipos PM11 e Massai (IC 90%), não houve diferença  
12 entre a biomassa seca de raízes das plantas alagadas e não alagadas, durante todo o  
13 experimento (Figura 3), indicando que o crescimento e produção de raízes não foram  
14 afetados pelo alagamento.

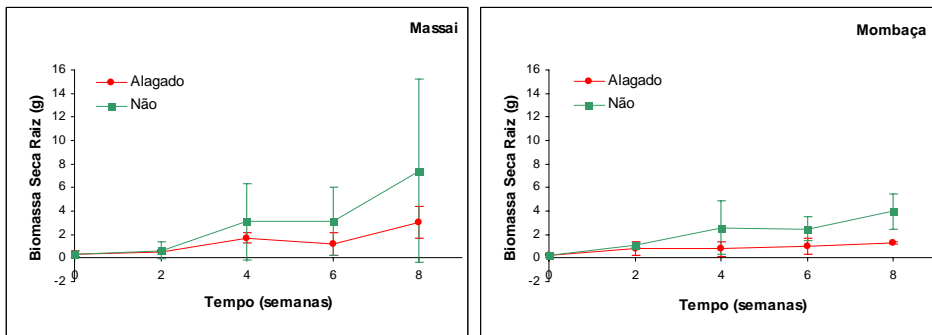
1



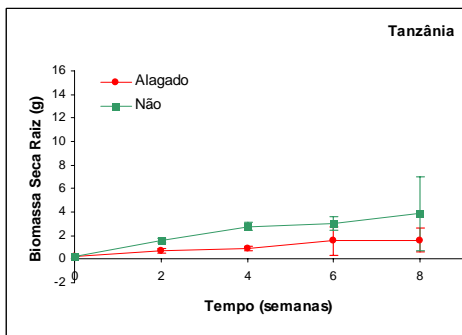
2



3



4



5 **Figura 3.** Biomassa seca de raiz (em gramas) de cada genótipo em relação ao intervalo de tempo (em  
6 semanas), com I.C. 90%.

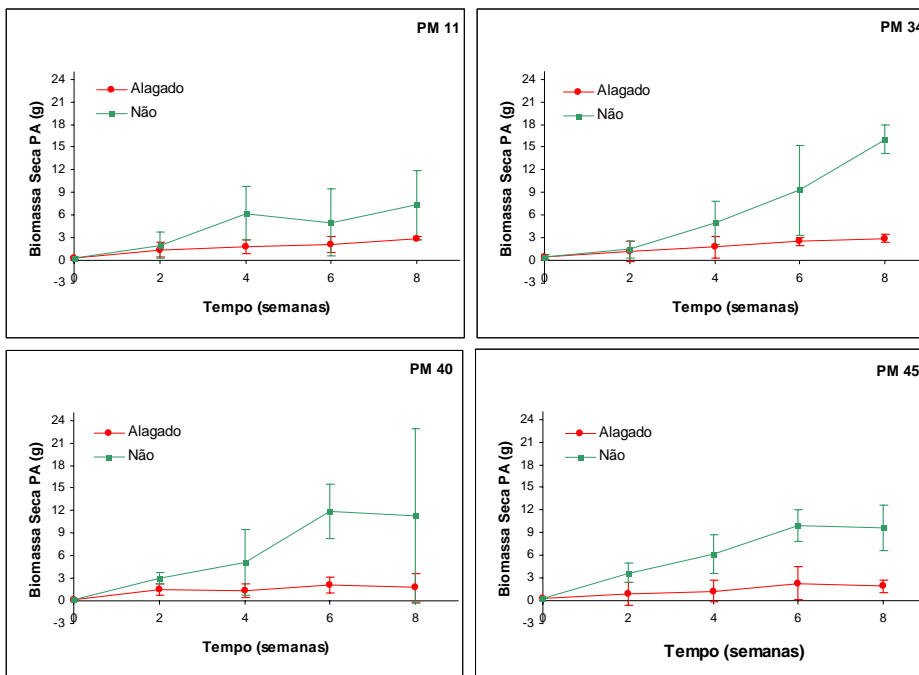


1 *Figure 3. Dry root biomass (in g) of each genotype during the flooding period (in weeks), with C.I. 90%*

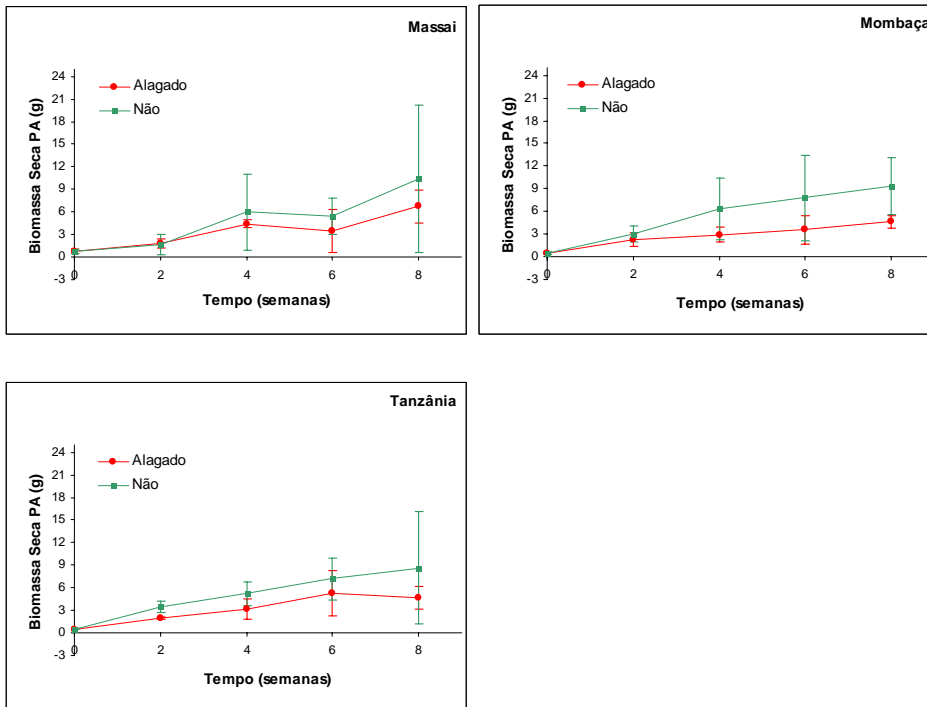
2 A biomassa seca de raízes dos genótipos PM34 e Mombaça não alagados foi  
3 superior aos alagados, apenas na oitava semana. Houve superioridade, na biomassa seca  
4 das raízes das plantas não alagadas em relação às alagadas, do genótipo PM40, na sexta  
5 semana; do genótipo PM45, na quarta e oitava semanas (apesar de que na sexta semana  
6 houve diferença numérica na média, mas com amplo IC, o que não permitiu que  
7 houvesse diferença significativa) e da cultivar Tanzânia, na quarta semana.

8 *Biomassa da parte aérea:* Para o acesso PM11 e para as cultivares Massai e Mombaça  
9 (IC 90%), não houve diferença entre a biomassa da parte aérea das plantas alagadas e  
10 não alagadas, durante todo o experimento (Figura 4).

11



12



1

2

3 **Figura 4.** Biomassa seca da parte aérea (em gramas) de cada genótipo em relação ao intervalo de tempo  
4 (em semanas), com I.C. 90%.

5 *Figure 4.* Dry above ground biomass (in g) of each genotype during the flooding period (in weeks), with C.I.  
6 90%

7 A biomassa da parte aérea da cultivar Tanzânia não alagada foi superior à alagada,  
8 apenas na segunda semana. Houve superioridade, na biomassa seca da parte aérea das  
9 plantas não alagadas em relação às alagadas, do genótipo PM34, na oitava semana; do  
10 genótipo PM40, na sexta semana (apesar de que na oitava semana houve diferença  
11 numérica na média, mas com amplo IC, o que não permitiu que houvesse diferença  
12 significativa).

13 Dentre os genótipos avaliados, o PM45 foi o que apresentou maior redução (entre  
14 300 e 400%) na biomassa seca da parte aérea, quando sob alagamento, com valores  
15 inferiores às plantas não alagadas, desde a quarta semana.

1 *Proporção entre a biomassa de raízes:* Comparando-se a biomassa seca de raízes das  
 2 plantas sob alagamento e das plantas não alagadas, verificou-se que sob alagamento,  
 3 inicialmente (segunda semana), o acesso PM34 se sobressaiu, inclusive ultrapassando a  
 4 biomassa de raízes das plantas não alagadas, atingindo o valor de 124,7% destas; todos  
 5 os demais genótipos, sob alagamento, tiveram menor biomassa seca de raízes (Tabela 1).

6

7 **Tabela 1.** Proporção entre a Biomassa Seca de Raízes de plantas alagadas e não alagadas (%) de genótipos  
 8 de *Panicum maximum*, ao longo do período de alagamento (em semanas).

9 *Table 1. Proportion of dry root biomass of flooded and not flooded plants of Panicum maximum genotypes,*  
 10 *during the flooded period (in weeks).*

Tempo/Genótipo	PM40	PM45	Massai	Mombaça	PM11	PM34	Tanzânia
2 semanas	87,0	28,8	82,9	74,8	70,6	124,7	47,0
4 semanas	19,5	15,4	54,6	30,9	21,9	31,3	31,2
6 semanas	17,0	13,0	38,8	41,6	22,9	23,9	38,2
8 semanas	14,3	12,6	41,3	31,7	25,1	7,8	41,7

11

12 Para o acesso PM34 houve, a partir da quarta semana, intensa redução na biomassa  
 13 das plantas alagadas, chegando a uma proporção de 31,3%, próximo aos valores de  
 14 Tanzânia (31,2%) e Mombaça (30,9%).

15 Houve redução contínua da proporção de biomassa seca das raízes alagadas em  
 16 relação às não alagadas, nos acessos PM40, PM45 e PM34, os quais tiveram os menores  
 17 valores na oitava semana.

18 Para os demais genótipos, houve oscilações, nos valores da proporção, ao longo do  
 19 experimento; os maiores valores, na oitava semana, foram registrados para as cultivares  
 20 Massai e Tanzânia.

1 *Proporção entre a biomassa da parte aérea:* Comparando-se a biomassa seca da parte  
 2 aérea das plantas sob alagamento e das plantas não alagadas, verificou-se que sob  
 3 alagamento, inicialmente (segunda semana), a cultivar Massai se sobressaiu, inclusive  
 4 ultrapassando a biomassa da parte aérea das plantas não alagadas, atingindo o valor de  
 5 109,8% destas; todos os demais genótipos, sob alagamento, tiveram menor proporção de  
 6 biomassa seca da parte aérea (Tabela 2).

7 **Tabela 2.** Proporção entre a Biomassa Seca da Parte Aérea de plantas alagadas e não alagadas (%) de  
 8 genótipos de *Panicum maximum*, ao longo do período de alagamento (em semanas).

9 *Table 2. Proportion of above ground dry biomass of flooded and not flooded plants of Panicum maximum*  
 10 *genotypes, during the flooded period (in weeks)*

Tempo/Genótipo	PM40	PM45	Massai	Mombaça	PM11	PM34	Tanzânia
2 semanas	63,3	26,6	109,8	74,4	68,9	84,5	55,9
4 semanas	26,3	20,7	73,9	46,0	30,0	35,2	61,0
6 semanas	18,0	21,4	64,0	45,8	42,3	27,6	56,3
8 semanas	15,5	20,2	65,0	49,4	39,6	14,1	53,6

11

12 Houve redução contínua da proporção de biomassa seca da parte aérea alagada em  
 13 relação à não alagada, nos acessos PM40, PM45 e PM34, os quais tiveram os menores  
 14 valores na oitava semana.

15 Para os demais genótipos, houve oscilações, nos valores da proporção, ao longo do  
 16 experimento; os maiores valores, na oitava semana, foram registrados para as cultivares  
 17 Massai, Tanzânia e Mombaça, respectivamente.

18 *Índice de inibição das raízes:* Dentre os genótipos avaliados, até a segunda semana do  
 19 experimento, o acesso PM45 e a cv. Tanzânia obtiveram os índices de inibição mais  
 20 elevados, enquanto que o acesso PM34 obteve o menor índice de inibição de raízes (-

1 53,79%, Tabela 3), porém, a partir deste período este índice se elevou chegando a ser o  
2 maior índice (95,31%) entre todos os genótipos ao final de oito semanas.

3 **Tabela 3.** Índice de inibição de crescimento (%) das raízes dos genótipos de *Panicum maximum* no  
4 alagamento temporário (em semanas).

5 **Table 3.** Index of growth inhibition (%) of roots of *Panicum maximum* genotypes under temporary  
6 flooding (in weeks).

Genótipo / Período	2 <sup>a</sup> semana	4 <sup>a</sup> semana	6 <sup>a</sup> semana	8 <sup>a</sup> semana
PM40	14,12	82,30	84,08	86,65
PM45	78,81	87,53	88,81	89,00
Massai	39,42	51,33	69,15	61,65
Mombaça	31,96	75,70	64,20	72,43
PM11	35,51	81,54	80,16	76,96
PM34	-53,79	75,71	80,46	95,31
Tanzânia	62,46	75,21	67,04	62,10

7

8 Na oitava semana de alagamento verificou-se que a cv. Massai obteve o menor  
9 índice de inibição das raízes (61,65%), em seguida ficando as cvs. Tanzânia (62,10%) e  
10 Mombaça (72,43%). Entre os acessos, na oitava semana, registrou-se o menor índice de  
11 inibição das raízes, para o PM11 (76,96%) e o maior para o PM34 (95,31%), e,  
12 conseqüentemente, todos acessos foram considerados menos tolerantes ao alagamento  
13 que as cultivares comerciais.

14

15

## DISCUSSÃO

16 A inibição do crescimento radicular é uma das primeiras respostas das plantas à  
17 anoxia, portanto avaliou-se o índice de inibição de raízes dos genótipos sob alagamento  
18 e, pode-se verificar que no período de até oito semanas de alagamento, o genótipo  
19 Massai, dentre os genótipos avaliados, é o mais indicado à condição de alagamentos

1 temporários, seguido pelo Tanzânia. Pode-se inferir também, que o genótipo PM34  
2 apresenta baixa inibição de raízes apenas até a segunda semana, após este tempo é muito  
3 sensível a esta condição hídrica. Os acessos avaliados (PM11, PM34, PM40 e PM45)  
4 obtiveram menor desempenho, sob o alagamento num período de oito semanas, do que  
5 as cultivares comerciais Massai, Tanzânia e Mombaça.

6 A sobrevivência das plantas manteve-se estável durante o experimento, isto  
7 demonstra que o alagamento, durante um período de 56 dias, não foi suficiente para  
8 provocar mortes de plantas entre os materiais genéticos avaliados.

9 O fato do número de perfilhos de alguns genótipos terem diminuído nas plantas  
10 alagadas em relação às não alagadas, supõem existirem características em seu genoma  
11 que os diferencie dos demais em questões de adaptação ou tolerância ao alagamento.

12 Quanto à altura, ratifica-se que a cv. Massai apresenta evidências de que suporta o  
13 alagamento temporário de pelo menos até oito semanas (período do experimento), e o  
14 acesso PM40 não suporta o alagamento temporário superior a duas semanas, já o acesso  
15 PM45 demonstrou não ser apropriado para regiões que são submetidas a alagamentos  
16 temporários.

17 A produção de biomassa de raízes, sugere que o acesso PM45 não suporta mais do  
18 que 14 dias de alagamento. Persistiram próximos à proporção de 50% (maiores  
19 proporções) para a biomassa seca de raízes alagada/não alagada na oitava semana apenas  
20 as cv. Massai (41,3%), Tanzânia (41,7%) e Mombaça (31,7%). Para a cv. Tanzânia  
21 houve uma diferença estatística (IC 90%) na segunda e quarta semanas, após este  
22 período houve uma recuperação da biomassa seca de raízes não diferindo, até o final do  
23 experimento, fato este, provavelmente, por ela ter formado raízes adventícias que

1 conseguiram fazê-la tolerar esta situação de estresse e por ser mais adaptada a esta  
2 situação de estresse.

3 Neste trabalho, assim como no de Dias-Filho & Carvalho (2000), todos os  
4 materiais genéticos, quando sob alagamento decresceram significativamente as  
5 proporções de biomassa, alocada para as raízes, porém, a diferença não foi significativa  
6 estatisticamente em todos os genótipos.

7 Analisando-se a proporção de biomassa seca da parte aérea alagado/não alagado  
8 entre todos os genótipos, a cv. Massai se sobressaiu em todas as avaliações. O acesso  
9 PM34 mostrou-se tolerante ao alagamento por um período inferior a seis semanas; já o  
10 acesso PM45, foi o mais sensível ao alagamento, desde a primeira avaliação. Apenas a  
11 cv. Tanzânia persistiu, com mais de 50% na proporção de até oito semanas (55,92%),  
12 mas mesmo assim não ultrapassou a cv. Massai (64,97%) neste mesmo período.

13 Neste trabalho também se verificou uma redução de biomassa seca de raiz e parte  
14 aérea nas plantas sob alagamento, confirmando o relato de pesquisadores (Baruch, 1994;  
15 Dias-Filho 2002; Haddade et al., 2002; Mattos et al. 2005a; Mattos et al., 2005b) que  
16 trabalharam com espécies de gramíneas forrageiras submetidas a alagamentos  
17 temporários, porém, pode-se notar que apesar de terem reduzido sua produção de  
18 biomassa, alguns genótipos de *P. maximum* toleram o período de alagamento, não  
19 diferindo (IC 90%) das plantas não alagadas mostrando terem potencial para servirem de  
20 opção para áreas de pastagens mal drenadas ou sob alagamentos temporários.

21

## CONCLUSÕES

1

2       As cultivares Massai e Tanzânia foram relativamente mais tolerantes ao  
3 alagamento do solo e são, atualmente, as opções forrageiras mais indicadas, tanto para  
4 solos sob capacidade de campo quanto para solos com baixa permeabilidade e sujeitos a  
5 alagamentos temporários, e o acesso PM45 foi o mais sensível a esta situação de  
6 estresse.

7



1

## LITERATURA CITADA

- 2 ALMEIDA, A.A.S.; MONTEIRO, F.A.; JANK, L. Avaliação de *Panicum maximum*  
3 Jacq. para tolerância ao alumínio em solução nutritiva. **Revista Brasileira de**  
4 **Ciências do Solo.** v.24, p.339-344, 2000.
- 5 ANDRADE, C.M.S. & VALENTIM, J.F. **A síndrome da morte do capim-braquiarião.**  
6 2004. Disponível em: <[http://www.beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?](http://www.beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?nv=1&área_desc=Pastagens&id_artigo=19327&perM=2&pêra=2006)  
7 [nv=1&área\\_desc=Pastagens&id\\_artigo=19327&perM=2&pêra=2006](http://www.beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?nv=1&área_desc=Pastagens&id_artigo=19327&perM=2&pêra=2006)>. Acesso em:  
8 11 fev. 2006.
- 9 ATWELL, B.J.; DREW, M.C.; JACKSON, M.B. The influence of oxygen deficiency on  
10 ethylene synthesis, 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid levels and aerenchyma  
11 formation in roots of *Zea mays*. **Physiol. Plant.** Copenhagen v.12, p.15-22, 1988.
- 12 BARUCH, Z. Responses to drought and flooding in tropical forage grasses. I. Biomass  
13 allocation, leaf growth and mineral nutrients. **Plant and Soil**, v.164, p.87-96, 1994.
- 14 DIAS-FILHO, M.B. & CARVALHO, C.J.R. Physiological and morphological responses  
15 of *Brachiaria* spp. to flooding. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.35, p.1959-1966, 2000.
- 16 DIAS-FILHO, M.B. Tolerance to flooding in five *Brachiaria brizantha* accessions.  
17 **Pesq. Agrop. Bras.**, v.37, p.439-447, 2002.
- 18 DIAS-FILHO, M.B. Respostas morfofisiológicas de *Brachiaria* spp. ao alagamento do  
19 solo e a síndrome da morte do capim-marandu. In: Barbosa, R.A. (Ed), **Morte de**  
20 **Pastos de Braquiárias**, EMBRAPA Gado de Corte, Campo Grande, MS: Brasil,  
21 2006. p.83-101.
- 22 DREW, M.C. Oxygen deficiency and root metabolism: injury and acclimation under  
23 hypoxia and anoxia. **Ann. Rev. Plant Mol. Biol.** v.48, p.223-250, 1997.
- 24 GONTIJO NETO, M.M.; JANK, L.; LAURA, V.A. et al. Seleção de genótipos de  
25 *Panicum maximum* para áreas sujeitas a alagamentos temporários. In: RESUMOS  
26 DO GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 2., 2004,  
27 UFPR:UFRGS: IAPAR: EMBRAPA:ESALQ. Curitiba, Brasil. **Anais...** 1 CD-ROM.
- 28 HADDADE, I.R.; OBEID, J.A.; FONSECA, D.M. et al. Crescimento de espécies  
29 forrageiras tropicais submetidas a diferentes períodos de alagamento. **Rev. Bras.**  
30 **Zootec.**, v.31, p.1924-1930, 2002.
- 31 HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I. The water-culture method for growing plants  
32 without soil. Berkeley: **California Agriculture Experiment Station**, 1950.
- 33 HORST, W.J.; PÜSCHEL, A.K.; SCHMOHL, N. Induction of callose formation is a  
34 sensitive marker for genotypic aluminium sensitivity in maize. **Plant Soil**, v.192,  
35 n.23-30, 1997.
- 36 ISHIDA, F.Y.; OLIVEIRA, L.E.M.; CARVALHO, C. J. R. et al. Efeitos da inundação  
37 parcial e total sobre o crescimento, teor de clorofila e fluorescência de *Setaria*  
38 *anceps* e *Paspalum repens*. **Ciênc. Agrotec.**, v.26, p. 1152-1159, 2002.

- 1 LAURA, V.A.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. et al. Avaliação e seleção de genótipos  
2 de *Panicum maximum* sob alagamento temporário. In: CONGRESSO BRASILEIRO  
3 DE FISILOGIA VEGETAL, 10; CONGRESSO LATINO AMERICANO DE  
4 FISILOGIA VEGETAL, 12. 2005, SBFV. Recife, Brasil. **Anais...1CD ROM.**
- 5 MARCHI, C.E.; FERNANDES, C.D.; SANTOS, J.M.; et al. Mortalidade de *Brachiaria*  
6 *brizantha* cultivar Marandu: causa patológica? In: Barbosa RA (Ed.), **Morte de**  
7 **Pastos de Braquiárias.** EMBRAPA Gado de Corte, Campo Grande, Brasil. 2006,  
8 p.115-134.
- 9 MATTOS, J.L.S.; GOMIDE, J.A.; HUAMAN, C.A.M. Crescimento de espécies do  
10 gênero *Brachiaria* sob alagamento em casa de vegetação. **Rev. Bras. Zootec.** v.34,  
11 p.765-773, 2005a.
- 12 MATTOS, J.L.S.; GOMIDE, J.A.; HUAMAN, C.A.M. Crescimento de espécies de  
13 *Brachiaria* sob déficit hídrico e alagamento a campo. **Rev. Bras. Zootec.,** v.34,  
14 p.755-764, 2005b.
- 15 NABINGER, C.; MARASCHIN, G.E.; MORAES, A. Pasture related problems in beef  
16 cattle production in southern Brazil. In: MORAES, A. et al. (Eds.) ANAIS DO  
17 SIMPÓSIO INTERNACIONAL GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND  
18 GRAZING ECOLOGY, 1999. **Anais...** UFPR. Curitiba, Brasil. p.23-48.
- 19 PARENTONI, S.N.; BAHIA FILHO, A.F.C.; GAMA, E.E.G. et al. Diallel analysis in  
20 acid and fertile soils of maize inbred lines differing in their levels of aluminum  
21 tolerance and phosphorus efficiency, 1997. In: Moniz AC, Furlani AMC, Schaffert  
22 RE, et al. (Eds.) In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT-SOIL  
23 INTERACTIONS AT LOW pH, Belo Horizonte, Minas Gerais, 1996. **Plant-Soil**  
24 **Interactions At Low pH: Sustainable Agriculture and Forestry Production,**  
25 Campinas, Brazilian Soil Science Society, 1997. p.230.
- 26 PENTEADO, M.I. & MACEDO, M.C.M. Avaliação de espécies forrageiras em áreas  
27 mal drenadas dos cerrados. **Rev. Bras. Zootec.** v.29, p.1616-1622, 2000.
- 28 SCOTT, H.D.; DeANGULO, J.; DANIELS, M.B. et al. Flood duration effects on  
29 soybean growth and yield. **Agron. J.,** v.81, p.631-636, 1989.
- 30 SERRÃO, E.A.S.; UHL, C.; NEPSTAD, D.C. Deforestation for pasture in the humid  
31 tropics: is it economically and environmentally sound in the long term? In:  
32 PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17.,  
33 1993. **Anais...**Rockhampton. Palmerston North: New Zealand Grassland  
34 Association, p. 2215-2221.
- 35 TEIXEIRA NETO, J.F.; SIMÃO NETO, M.; COUTO, W.S. et al. Prováveis causas da  
36 morte do capim braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) na Amazônia  
37 Oriental: **relatório técnico.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000, 20p.  
38 (Embrapa Amazônia Oriental. Doc., 36).

- 1 VALENTIM, J.F.; AMARAL, E.F.; MELO, A.W.F. Zoneamento de risco edáfico atual  
2 e potencial de morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* no Acre. Rio Branco:  
3 Embrapa-CPAF Acre, 2000, 26p. (**Boletim de Pesquisa**, 29).
- 4 VISSER, E.J.W.; BOGEMANN, G.M.; BLOM, C.W.P.M. et al. Ethylene accumulation  
5 in waterlogged Rumex plants promotes formation of adventitious roots. **J. Exp. Bot.**  
6 v.47, p.403-410, 1996.
- 7 ZIMMER, A.H.; EUCLIDES FILHO, K. As pastagens e a pecuária de corte brasileira.  
8 In: GOMIDE, J.A. (Ed.) Anais do Simpósio Internacional sobre Produção Animal  
9 em Pastejo, 1997. **Anais...** UFV. Viçosa, Brasil, p.349-379.

### III- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adaptação ou a tolerância entre os genótipos difere pelas características genéticas próprias de seu padrão genotípico e caracteriza que mais estudos devem ser realizados (inclusive de anatomia e bioquímica de raízes) a fim de indicar os genótipos mais apropriados para cada um dos ambientes em que se pretende utilizar estas plantas.

Embora variações na tolerância ao alagamento do solo normalmente sejam baseadas em adaptações anatômicas e bioquímicas complexas, no caso em que a maioria dos acessos testados é morfológicamente semelhante, a variação no grau de tolerância poderia estar principalmente fundamentada em diferenças ligadas a adaptações metabólicas desses acessos (Dias-Filho, 2006).

Tanto neste trabalho, quanto no de Holanda (2004), o capim-massai apresentou maior tolerância relativa ao alagamento do que outras cultivares de *P. maximum*.

Na busca de soluções para o entendimento da síndrome da morte do capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) e na obtenção de novas espécies ou cultivares que possam substituí-lo, obtêm-se resultados como o de tolerância de *P. maximum* principalmente da cv. Massai ao alagamento temporário, o que traz uma nova possibilidade para a substituição dos pastos de capim-marandu afetados pelo problema.

Não apenas a cv. Massai, mas também a cv. Tanzânia, de *P. maximum*, mostrou-se promissora à tolerância para ambientes alagados. Evidentemente outras pesquisas, como pesquisas de campo, ainda devem ser realizadas para que se possa realmente confirmar a adaptação destas cultivares de *P. maximum* ao alagamento temporário, porém, apesar delas diferirem em ambientes alagados e não alagados, ou seja, apesar de existir uma perda em

altura e biomassa seca de raiz e parte aérea nas plantas que foram alagadas elas deixaram evidências que possuem características passíveis de se encontrarem adaptadas a tal situação de anoxia ou hipoxia, possivelmente pelo desenvolvimento de raízes adventícias e outras características metabólicas próprias do genótipo, as quais permitiram a sua sobrevivência e tolerância em ambientes sob estresse hídrico (excesso de água).

Pela proporção de biomassa seca da parte aérea alagado/não alagado (BSPA AL/NA) e biomassa seca de raiz alagado/não alagado (BSR AL/NA) pode-se inferir que o Massai foi o genótipo que melhor tolerou o alagamento no período do experimento (56 dias), seguida pela cv. Tanzânia. Notou-se pela análise de BSR e de BSPA que, dos genótipos avaliados, o PM45 foi o mais sensível ao alagamento temporário.

### 3.1- CONCLUSÕES

Para um período de até duas semanas de alagamento e nas condições em que foram conduzidas o experimento e dentre os genótipos de *P. maximum* avaliados neste trabalho, conclui-se que a cv. Massai é, atualmente, a opção forrageira mais indicada, para solos com baixa permeabilidade e sujeitos a alagamentos temporários, e o acesso PM34 é promissor para cultivo nestas condições. Os genótipos mais sensíveis ao alagamento foram a cv. Tanzânia e o PM45.

Para um período de 56 dias de alagamento as cultivares Massai e Tanzânia (que se recuperou após duas semanas de alagamento), foram relativamente mais tolerantes ao alagamento do solo e são, atualmente, as opções forrageiras mais indicadas, tanto para solos sob capacidade de campo quanto para solos com baixa permeabilidade e sujeitos a

alagamentos temporários, e o acesso PM45 também neste período de 56 dias, foi o mais sensível a esta situação de estresse.

### 3.2- PERSPECTIVAS E APLICABILIDADE DOS RESULTADOS

Diversos autores (Dias Filho e Carvalho, 2000; Gontijo Neto et al., 2004; Laura et al., 2005) observaram a intolerância da *Brachiaria brizantha* a solos mal drenados ou que apresentam alagamentos temporários. Por outro lado, foi observado que diversas espécies são tolerantes e adaptadas a períodos de encharcamento do solo devido a mecanismos de adaptação morfológicos, fisiológicos e anatômicos (Armstrong et al., 1994; Larcher, 2000; Cronk e Fennessy, 2001; Scott et al., 1989; Drew, 1997; Atwell et al., 1998; Ishida et al., 2002).

Os resultados desta pesquisa, vêm garantir uma melhor perspectiva futura ao agronegócio no que tange ao desenvolvimento de pastagens mais adaptadas às condições de solo de baixa permeabilidade ou de solo sujeito a alagamentos temporários principalmente das regiões Norte e Centro-Oeste, sendo que a cv. Massai (de *P. maximum*) mostra-se hoje como opção forrageira à substituição de *B. brizantha* cv. Marandu, nestas regiões que estão apresentando problemas como a síndrome da morte da braquiária marandu, que é o caso principalmente de Mato Grosso, Tocantins e Acre.

### 3.3- SUGESTÕES

Após a seleção dos genótipos mais apropriados (cv. Massai e PM34) a situações ambientais de alagamentos temporários ou baixa permeabilidade do solo obtidas neste trabalho, convém agora, em trabalhos futuros serem investigados mais detalhadamente

apenas estes dois genótipos e com um maior número de repetições para confirmar os resultados aqui obtidos e também a realização de experimentos em campo que possam confirmar ou gerar resultados diferentes devido aos fatores bióticos presentes no local.

### 3.4- REFERÊNCIAS

Armstrong W, Brandle R, Jackson MB (1994) Mechanisms of flood tolerance in plants.

Acta Bot. Neerl., Oxford 43:307-358.

Atwell BJ, Drew MC, Jackson MB (1988) The influence of oxygen deficiency on ethylene

synthesis, 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid levels and aerenchyma formation in roots of *Zea mays*. Physiol. Plant. Copenhagen 12:15-22. In: Ishida FY, Oliveira LEM,

Carvalho CJR, Alves JD (2002) Efeitos da inundação parcial e total sobre o crescimento, teor de clorofila e fluorescência de *Setaria anceps* e *Paspalum repens*.

Ciênc. Agrotec., Lavras 26:1152-1159.

Cronk JK, Fennessy MS (2001) Wetland Plants – Biology and Ecology. Levis Publishers,

USA.

Dias-Filho MB, Carvalho CJR (2000) Physiological and morphological responses of

*Brachiaria* spp. to flooding. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, 35:1959-1966.

Dias-Filho MB (2006) Respostas morfofisiológicas de *Brachiaria* spp. ao alagamento do

solo e a síndrome da morte do capim-marandu. In: Barbosa RA (ed), Morte de Pastos de Braquiárias, pp.83-101. EMBRAPA Gado de Corte, Campo Grande, Brasil.

Drew MC (1997) Oxygen deficiency and root metabolism: injury and acclimation under

hypoxia and anoxia. Ann. Rev. Plant Mol. Biol. Palo Alto, 48:223-250.

- Gontijo Neto MM, Jank L, Laura VA, Resende RMS, Calixto S, Joba I (2004) Seleção de genótipos de *Panicum maximum* para áreas sujeitas a alagamentos temporários. In: Resumos do Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, 2., UFPR:UFRGS: IAPAR:EMBRAPA: ESALQ. Curitiba, Brasil. 1 CD-ROM.
- Holanda SWS (2004) Tolerância de quatro cultivares de *Panicum maximum* Jacq. ao alagamento. Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia / Museu Paraense Emílio Goeldi. Dissertação de Mestrado. In: Andrade CMS e Valentim JF (2006) Soluções tecnológicas para a síndrome da morte do capim-marandu.
- Ishida FY, Oliveira LEM, Carvalho et al. (2002) Efeitos da inundação parcial e total sobre o crescimento, teor de clorofila e fluorescência de *Setaria anceps* e *Paspalum repens*. Ciênc. Agrotec., Lavras. 26:1152-1159.
- Larcher W (2000) Ecofisiologia Vegetal. Rima Artes e Textos, São Carlos.
- Laura VA, Jank L, Resende RMS, Gontijo Neto MM, Kobayashi AB, Faria RR, Harada TN (2005) Avaliação e seleção de genótipos de *Panicum maximum* sob alagamento temporário. In: Anais do Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 10; Congresso Latino Americano de Fisiologia Vegetal, 12. 2005, SBFV. Recife, Brasil. 1CD ROM.
- Scott HD, DeAngulo J, Daniels MB, Wood LS (1989) Flood duration effects on soybean growth and yield. Agron. J., Madison 81: 631-636.
- Teixeira Neto JFT, Simão Neto M, Couto WS, Dias-Filho MB, Silva AB, Duarte MLR, Albuquerque FC (2000) Prováveis causas da morte do capim braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) na Amazônia Oriental: relatório técnico. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 20p. (Embrapa Amazônia Oriental. Doc., 36).



Valentim JF, Amaral EF, Melo AWF (2000) Zoneamento de risco edáfico atual e potencial de morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* no Acre. Rio Branco: Embrapa-CPAF Acre, 26p. (Boletim de Pesquisa, 29).