

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ
UNIDADE DE APOIO À PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/BIOLOGIA
VEGETAL TROPICAL

MAURO PIRES SALGADO MORAES

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS
EM *BRACHIARIA BRIZANTHA* (HOCHST EX. A. RICH) STAPF CV. MARANDU
E *BRACHIARIA HUMIDICOLA* (RENDLE) SCHWEICKERDT, SUBMETIDAS A
DIFERENTES NÍVEIS DE DEFICIÊNCIA HÍDRICA**

BELÉM
PARÁ - BRASIL
1999

MORAES, Mauro Pires Salgado. Avaliação da Qualidade de Sementes e Respostas Fisiológicas em *Brachiaria brizantha* (Hochst Ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu e *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickhardt, Submetidas a Diferentes Níveis de Deficiência Hídrica. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1999. 94p.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - FCAP, 1999.

CDD - 584.9041

CDU - 582.542.1: 581.1

MAURO PIRES SALGADO MORAES
Engenheiro Agrônomo

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS
EM *BRACHIARIA BRIZANTHA* (HOCHST EX. A. RICH) STAPF CV. MARANDU E
BRACHIARIA HUMIDICOLA (RENDLE) SCHWEICKERDT, SUBMETIDAS
A DIFERENTES NÍVEIS DE DEFICIÊNCIA HÍDRICA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Biologia Vegetal Tropical, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador
Dr. Benedito Gomes dos Santos Filho

Co-orientadora
Dra. Dora Suely Barbosa dos Santos

Co-orientador
Dr. José de Brito Lourenço Júnior

BELÉM
PARÁ - BRASIL
1999

MAURO PIRES SALGADO MORAES

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS
EM *BRACHIARIA BRIZANTHA* (HOCHST EX. A. RICH) STAPF CV. MARANDU E
BRACHIARIA HUMIDICOLA (RENDLE) SCHWEICKERDT, SUBMETIDAS
A DIFERENTES NÍVEIS DE DEFICIÊNCIA HÍDRICA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Biologia Vegetal Tropical, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 12 de Agosto de 1999

Dr. Manfred Willy Müller - CEPLAC/CEPEC-BA

Dr^a. Dora Suely Barbosa dos Santos - FCAP

Dr^a. Irenice Maria Santos Vieira - FCAP

**Dr. Benedito Gomes dos Santos Filho - FCAP
(Orientador)**

**BELÉM
PARÁ - BRASIL
1999**

“ Para ser Grande, sê inteiro:

Nada teu exagera ou exclui.

Sê todo em cada coisa.

Põe o quanto és,

No mínimo que fazes.

Assim em cada lago

A lua toda brilha,

Porque alta vive.”

(Fernando Pessoa)

**A minha mãe e amiga, Maria de Jesus, pelo amor e
compreensão e os inestimáveis ensinamentos de vida.**

OFEREÇO

**A minha esposa e companheira, Rosiane, pelo amor e
incentivo nas horas mais difíceis.**

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À DEUS por conceder este avanço, possibilitando o nosso aprimoramento profissional.

À Faculdade de Ciências Agrárias do Pará e ao seu corpo docente, pela oportunidade de realizar este curso e aperfeiçoar nossos conhecimentos.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Amazônia oriental, pela cessão das instalações que possibilitaram o desenvolvimento de nossa dissertação.

Ao orientador, Dr. Benedito Gomes dos Santos Filho, da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, pela orientação, respeito e competência na elaboração de nossa Dissertação.

Ao co-orientador, Dr. José de Brito Lourenço Júnior, da Embrapa Amazônia Oriental, pela amizade, estímulo, orientação e inestimável ajuda.

À co-orientadora, Dr^a. Dora Suely Barbosa dos Santos, da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, pelo apoio, estímulo e orientação.

Ao Prof. Dr. Olinto Gomes da Rocha Neto, da Embrapa Amazônia Oriental/FCAP, pelas sugestões, colaboração e apoio na utilização dos equipamentos nas análises biofísicas.

Aos Pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental, Dr. Francisco José Câmara Figueirêdo e Ph.D. Moacyr Bernardino Dias Filho, pelas sugestões e colaboração prestada.

Aos pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental, Norton Amador da Costa e Luiz Octávio Danin de Moura Carvalho, pela assistência na coleta e análises de solos.

Ao Dr. Saturnino Dutra, pela colaboração na análise estatística.

Aos funcionários da Embrapa Amazônia Oriental, Ruiterclei Gusmão dos Santos, Cleo Marcelo de Araújo Souza e Ivanildo Alves Trindade, pelo apoio e dedicação no desenvolvimento das atividades laboratoriais e de campo.

Ao Dr. Eduardo Jorge Maklounf Carvalho e ao funcionário Raimundo Cláudio Mendes de Souza, da Embrapa Amazônia Oriental, pela determinação da curva de retenção de água do solo.

Ao acadêmico de Agronomia, Gemino Jerônimo das Chagas, por sua colaboração espontânea nas análises laboratoriais.

À Técnica Especializada da Embrapa Amazônia Oriental, Maria de Nazaré Magalhães dos Santos, pela revisão gramatical e ortográfica.

Agradecimentos especiais a minha mãe, Maria de Jesus Pires Salgado, e a minha esposa, Rosiane Oliveira Silva, pelo incentivo e dedicação em todos os momentos.

E a todos aqueles que nos auxiliaram direta e indiretamente para a concretização deste trabalho de pesquisa.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xiii
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Pastagens	4
2.2. Gênero <i>Brachiaria</i>	7
2.2.1. <i>Brachiaria brizantha</i>	9
2.2.2. <i>Brachiaria humidicola</i>	10
2.3. Avaliação da Qualidade Física e Fisiológica de Sementes	11
2.4. Fisiologia de Plantas sob Estresse	14
2.4.1. Estresse Hídrico	15
2.4.2. Potencial Hídrico	18
2.4.3. Comportamento Estomático	19
2.4.4. Variáveis Micrometeorológicas	20
2.4.5. Temperatura Foliar	23
2.4.6. Fotossíntese e Transpiração	25
2.5. Efeito do Estresse Hídrico em Gramíneas	26
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1. Características do Solo Experimental	29
3.2. Local do Experimento	30
3.3. Características do Material Utilizado	30
3.4. Procedimento de Avaliação	31
3.4.1. Primeira Etapa	31

3.4.1.1. Determinação do grau de umidade e peso de 100 sementes	31
3.4.1.2. Curva de hidratação	32
3.4.1.3. Percentagem e índice de velocidade de germinação	32
3.4.1.4. Viabilidade avaliada pelo teste de tetrazólio	33
3.4.1.5. Percentagem e índice de velocidade de emergência	34
3.4.1.6. Condutividade elétrica	34
3.4.2. Segunda Etapa	35
3.4.2.1. Curva de retenção de água no solo	35
3.4.2.2. Semeadura e adubação	36
3.4.2.3. Nível de umidade do solo	37
3.4.2.4. Comportamento estomático	37
3.4.2.5. Taxas de fotossíntese líquida e transpiração e temperatura foliar	38
3.4.2.6. Potencial hídrico foliar	38
3.4.2.7. Variáveis micrometeorológicas	39
3.4.2.8. Coleta de amostras da forragem	39
3.5. Análises Químicas	40
3.5.1. Determinação de Proteína bruta	40
3.5.2. Extração e Dosagem de Açúcares Solúveis Totais	40
3.6. Análise Estatística	41
3.6.1. Análises Univariadas	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1. Determinação do Grau de umidade e Peso de 100 Sementes	44
4.2. Curva de Hidratação	45
4.3. Percentagem e Índice de Velocidade de Germinação	46
4.4. Viabilidade Avaliada pelo Teste de Tetrazólio	47
4.5. Percentagem e Índice de Velocidade de Emergência	48
4.6. Condutividade Elétrica	49
4.7. Variáveis Micrometeorológicas	50

4.8. Potencial Hidrico Foliar	51
4.9. Taxa de Fotossíntese Líquida	55
4.10. Taxa de Transpiração	59
4.11. Temperatura Foliar	62
4.12. Comportamento Estomático	65
4.13. Proteína bruta	70
4.13.1. Proteína bruta na Folha	70
4.13.2. Proteína bruta no Colmo	73
4.14. Açúcares Solúveis Totais	76
4.14.1. Açúcares Solúveis Totais na Folha	76
4.14.2. Açúcares Solúveis Totais no Colmo	79
5. CONCLUSÕES	82
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
7. ANEXO	95

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Características químicas do solo na profundidade de 0-20 cm, da Fazenda Bacaba, localizada no município de Aurora do Pará, PA. 1998.	29
Tabela 2. Valores da curva padrão para determinação de açúcares solúveis totais nas gramíneas <i>B. brizantha</i> e <i>B. humidicola</i> .	40
Tabela 3. Análise de variância para o modelo matemático utilizado.	43
Tabela 4. Peso de 100 sementes (g) e teor de umidade (%) de sementes de <i>B. brizantha</i> e <i>B. humidicola</i> .	44
Tabela 5. Percentagem de germinação e índice de velocidade de germinação de sementes de <i>B. brizantha</i> e <i>B. humidicola</i> .	47
Tabela 6. Percentagem de emergência e índice de velocidade de emergência de sementes de <i>B. brizantha</i> e <i>B. humidicola</i> .	49
Tabela 7. Valores médios de umidade relativa do ar (%), temperatura média do ar (°C) e radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$), nas diferentes épocas de avaliação de dezembro/98 a janeiro/99.	50
Tabela 8. Potencial hídrico foliar (-MPa) em <i>B. brizantha</i> e <i>B. humidicola</i> , submetidas a diferentes níveis de umidade do solo, nos horários de 6 (base), 9, 12, 15 e 18 horas e quatro épocas de avaliação.	52
Tabela 9. Interação entre espécie x nível de umidade nas taxas de fotossíntese líquida ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) de <i>B. brizantha</i> e <i>B. humidicola</i> e seus respectivos desvios padrões.	56
Tabela 10. Interação entre nível de umidade vs. época de avaliação na fotossíntese ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) de <i>B. brizantha</i> e <i>B. humidicola</i> e seus respectivos desvios padrões.	57
Tabela 11. Interação entre espécie vs. nível de umidade vs. época de avaliação nas taxas de transpiração ($\mu\text{g.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$), de <i>B. brizantha</i> e <i>B. humidicola</i> e seus respectivos desvios padrões.	60
Tabela 12. Interação entre espécie vs. nível de umidade vs. época de avaliação na temperatura foliar (°C) de <i>B. brizantha</i> e <i>B. humidicola</i> e seus respectivos desvios padrões.	63
Tabela 13. Teores de proteína bruta (%) nas folhas de <i>B. brizantha</i> e <i>B. humidicola</i> e seus respectivos desvios padrões.	71

Tabela 14. Interação entre nível de umidade vs. época de avaliação nos teores de proteína bruta (%) das folhas de *B. brizantha* e *B. humidicola* e seus respectivos desvios padrões. 72

Tabela 15. Teores de proteína bruta do colmo (%) de *B. brizantha* e *B. humidicola* e seus respectivos desvios padrões. 74

Tabela 16. Interação entre nível de umidade x época de avaliação na proteína bruta do colmo (%) de *B. brizantha* e *B. humidicola* e seus respectivos desvios padrões. 74

Tabela 17. Interação entre espécie x nível de umidade nos teores de açúcares solúveis totais (g/mg MS) nas folhas de *B. brizantha* e *B. humidicola* e seus respectivos desvios padrões. 76

Tabela 18. Interação entre nível de umidade vs. época de avaliação nos teores de açúcares solúveis totais (g/mg MS) nas folhas de *B. brizantha* e *B. humidicola* e seus respectivos desvios padrões. 77

Tabela 19. Interação entre espécie x nível de umidade nos teores de açúcares solúveis totais (g/mg MS) no colmo de *B. brizantha* e *B. humidicola* e seus respectivos desvios padrões. 80

Tabela 20. Interação entre nível de umidade vs. época de avaliação nos teores de açúcares solúveis totais (g/mg MS) no colmo de *B. brizantha* e *B. humidicola* e seus respectivos desvios padrões. 80

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Curva de retenção de água do solo (umidade % - g. água/100g. de solo), Fazenda Bacaba, Aurora do Pará, PA. 1998.	36
Figura 2. Curva de regressão linear para o cálculo de açúcares solúveis totais em <i>Brachiaria brizantha</i> e <i>Brachiaria humidicola</i> .	41
Figura 3. Curva de hidratação em sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> (Bb) e <i>Brachiaria humidicola</i> (Bh).	45
Figura 4. Viabilidade avaliada pelo teste de tetrazólio em sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> (Bb) e <i>Brachiaria humidicola</i> (Bh).	48
Figura 5. Lixiviação de solutos em sementes de <i>Brachiaria brizantha</i> (Bb) e <i>Brachiaria humidicola</i> (Bh).	50
Figura 6. Taxa fotossintética líquida em <i>Brachiaria brizantha</i> (A) e <i>Brachiaria humidicola</i> (B), às 12:00h, nas diferentes épocas de avaliação.	57
Figura 7. Taxa de transpiração em <i>Brachiaria brizantha</i> (A) e <i>Brachiaria humidicola</i> (B), às 12:00h, nas diferentes épocas de avaliação.	61
Figura 8. Temperatura foliar (°C) em <i>Brachiaria brizantha</i> (A) e <i>Brachiaria humidicola</i> (B), às 12:00h, nas diferentes épocas de avaliação.	64
Figura 9. Curso diário da resistência estomática (s.cm ⁻¹) em <i>Brachiaria brizantha</i> na primeira época de avaliação (0 dia).	66
Figura 10. Curso diário da resistência estomática (s.cm ⁻¹) em <i>Brachiaria humidicola</i> na primeira época de avaliação (0 dia).	66
Figura 11. Curso diário da resistência estomática (s.cm ⁻¹) em <i>Brachiaria brizantha</i> na segunda época de avaliação (7 dias).	67
Figura 12. Curso diário da resistência estomática (s.cm ⁻¹) em <i>Brachiaria humidicola</i> na segunda época de avaliação (7 dias).	67
Figura 13. Curso diário da resistência estomática (s.cm ⁻¹) em <i>Brachiaria brizantha</i> na terceira época de avaliação (14 dias).	68
Figura 14. Curso diário da resistência estomática (s.cm ⁻¹) em <i>Brachiaria humidicola</i> na terceira época de avaliação (14 dias).	68

Figura 15. Curso diário da resistência estomática ($s.cm^{-1}$) em *Brachiaria brizantha* na quarta época de avaliação (21 dias). 69

Figura 16. Curso diário da resistência estomática ($s.cm^{-1}$) em *Brachiaria humidicola* na quarta época de avaliação (21 dias). 69

Figura 17. Teores de proteína bruta (%) nas folhas das gramíneas estudadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica. 72

Figura 18. Teores de proteína bruta (%) nos colmos das gramíneas estudadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica. 75

Figura 19. Teores de açúcares solúveis totais (AST) em (g/mg de MS), nas folhas das gramíneas estudadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica. 78

Figura 20. Teores de açúcares solúveis totais (AST) em (g/mg de MS), nos colmos das gramíneas estudadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica. 81

Figura 20. Teores de açúcares solúveis totais (AST) em (g/mg de MS), nos colmos das gramíneas estudadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica. 89

Figura 20. Teores de açúcares solúveis totais (AST) em (g/mg de MS), nos colmos das gramíneas estudadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica. 89

Figura 20. Teores de açúcares solúveis totais (AST) em (g/mg de MS), nos colmos das gramíneas estudadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica. 89

Figura 20. Teores de açúcares solúveis totais (AST) em (g/mg de MS), nos colmos das gramíneas estudadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica. 89

Figura 20. Teores de açúcares solúveis totais (AST) em (g/mg de MS), nos colmos das gramíneas estudadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica. 89

Figura 20. Teores de açúcares solúveis totais (AST) em (g/mg de MS), nos colmos das gramíneas estudadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica. 89

Figura 20. Teores de açúcares solúveis totais (AST) em (g/mg de MS), nos colmos das gramíneas estudadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica. 89

Figura 20. Teores de açúcares solúveis totais (AST) em (g/mg de MS), nos colmos das gramíneas estudadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica. 89

Figura 20. Teores de açúcares solúveis totais (AST) em (g/mg de MS), nos colmos das gramíneas estudadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica. 89

RESUMO

MORAES, Mauro Pires Salgado. Avaliação da Qualidade de Sementes e Respostas Fisiológicas em *Brachiaria brizantha* (Hochst Ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu e *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickardt, Submetidas a Diferentes Níveis de Deficiência Hídrica. Belém. FCAP, 1999. 94p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).

O gênero *Brachiaria* apresenta-se como um dos principais componentes no cenário pecuário brasileiro, pois se adapta aos mais variados tipos de solos. O trabalho foi conduzido na Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará (1° 28' S e 48° 27' W), com o objetivo de avaliar a qualidade de sementes e os efeitos da deficiência hídrica no comportamento fisiológico de duas gramíneas forrageiras tropicais *Brachiaria brizantha* (Hochst Ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu e *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickardt. O solo foi proveniente de uma pastagem localizada em área com períodos de menor disponibilidade hídrica, variando de quatro a cinco meses. O trabalho foi executado em duas etapas, sob condições controladas. A primeira etapa teve a finalidade de determinar a qualidade inicial dos lotes de sementes, constantes de testes físicos (peso de 100 sementes, grau de umidade e curva de hidratação), de viabilidade (percentagem de germinação e teste de tetrazólio) e vigor (percentagem de emergência, IVG, IVE e condutividade elétrica). A segunda etapa da pesquisa foi conduzida em casa de vegetação. Através da curva de retenção de água no solo, determinou-se o fator nível de umidade do mesmo, que foi mantido através de irrigação, determinada pela pesagem individual dos vasos e complementação dos pesos com água, duas vezes ao dia. Aos 0, 7, 14 e 21 dias após a imposição do nível de umidade (35, 42, 49 e 56 dias após a emergência da planta), avaliou-se a resistência estomática nos seguintes horários 6:00h, 9:00h, 12:00h, 15:00h e 18:00h com o uso de porômetro de difusão (AP-4). As taxas de fotossíntese líquida, transpiração e temperatura da folha, foram observados na faixa de 12:00h através do IRGA LI-6200. O potencial hídrico foliar (MPa) através da bomba de pressão de Scholander e as variáveis micrometeorológicas (temperatura e umidade relativa do ar e radiação fotossinteticamente ativa) foram monitorados durante todo período experimental, nos mesmos horários da resistência estomática. Os resultados obtidos foram analisados pelo SAS, sendo os tratamentos arranjos de modo inteiramente casualizado, em delineamento fatorial 2 x 3 x 4 (espécie vs. nível de umidade do solo vs. época de avaliação), com quatro repetições por tratamento, onde as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). As variáveis de resposta (potencial hídrico foliar, taxa de fotossíntese líquida, taxa de transpiração, temperatura foliar, resistência estomática e teores de proteína bruta e açúcares solúveis totais da folha e do colmo. Os resultados da qualidade fisiológica das sementes, mostraram que as sementes de *B. brizantha* foram mais vigorosas do que as de *B. humidicola*, quando colocadas a campo. O estresse hídrico afetou significativamente todas as variáveis estudadas, entretanto a *B. brizantha* apresentou melhor desempenho, sob condições de menor disponibilidade hídrica e o potencial hídrico foliar de base e a temperatura foliar foram bons indicadores para monitoração do estresse hídrico nas gramíneas estudadas.

Comitê Orientador

Dr. Benedito Gomes dos Santos Filho - FCAP (Orientador)

Dr^a. Dora Suely Barbosa dos Santos – FCAP (Co-orientadora)

Dr. José de Brito Lourenço Junior - Embrapa Amazônia Oriental (Co-orientador)

ABSTRACT

MORAES. Mauro Pires Salgado. Avaliation of the Quality Seeds and Answers Physiologics in *Brachiaria brizantha* (Hochst Ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu and *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickerdt, Submitted at Different Levels of Water Deficit. Belém. FCAP, 1999. 94p. (Dissertation - M. Sc. in Agronomy).

The gender *Brachiaria* is the main component of the current pastures cycle in the Brazilian cattle-breeding, because it adapts to the most varied types of soils. That work was driven in Western Amazonia Embrapa, in Belém, Pará (1° 28' S e 48° 27' W), with the objective of evaluating quality seeds and the effects of the hydric stress in the physiologic behavior in two tropical grasslandss *Brachiaria brizantha* (Hochst Ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu and *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickerdt, submitted at different levels of water deficit. The soil was taken from a pastage located in a area with defined periods of water deficit, varying from four to five months. The work was executed in two phases, under controlled conditions. The first stage had the purpose of determining the initial quality of the lots of seeds, physical tests constants (weight of 100 seeds, humidity content and curve of hydration seeds), of viability (germination percentage and tetrazol test) and vigor (emergency percentage, index of germination speed (IVG), index of emergency speed (IVE) and electric conductivity). The second stage of the research was conducted at greenhouse. Through the curve of retention of water in the soil, the factor level of humidity of the soil was determined, that was maintained through irrigation, determined by the individual weighting of the vases and complementation of the weights with water twice a day. At the 0, 7, 14 and 21 days of the imposition of the levels of humidity of the soil (35, 42, 49 and 56 days after the emergency of the plant), the estomatal resistance was evaluated in the following schedules 6:00h, 9:00h, 12:00h, 15:00h and 18:00h with the use of diffusion porometer (AP-4), the rates of liquid photosynthesis, rate transpiration and the temperature leaf, in interval of 12:00h, through IRGA, LI-6200. The water potential (MPa), it was determined through pressure bomb of Scholander, at same hours of estomatal resistance and the microclimatic variables: temperature of the air, relative humidity of the air and the photosynthetically active radiation was collected during the experimental period. The analysis of the data was accomplished by the SAS, where the treatments were entirely randomized in fatorial delineament 2 x 3 x 4 (species vs. level of humidity of the soil vs. evaluation time), with four repetitions per treatment and treatment averages were compared by the test of Tukey (P<0,05). The answer variables (water potential of leaves, rate of liquid photosynthesis, transpiration rate, temperature of leaves, estomatal resistance, levels of crude protein and total carbohydrates contents of the leaf and of the stem. The evaluation results of the physiological quality of the seeds demonstrated that the seeds of the *B. brizantha* were more vigorous than *B. humidicola*, when placed to field. The hidric stress affected significantly all the studied variables, however the *B. brizantha* had better performance, under conditions of water deficit and the leaves water potential of base and the temperature leaf were good indicators for monitoration of the water deficit in the studied grassland.

Thesis Committee

Dr. Benedito Gomes dos Santos Filho - FCAP (Major Professor)

Dr^a. Dora Suely Barbosa dos Santos - FCAP (Co- Professor)

Dr. José de Brito Lourenço Junior - Embrapa Amazônia Oriental (Co- Professor)

1. INTRODUÇÃO

As gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* tem se mostrado como plantas de elevado potencial de produção de matéria seca, pois pertencem ao grupo de plantas C₄, possuindo altas taxas fotossintéticas e taxa máxima de crescimento até 1,5 vezes maior que o grupo de plantas C₃, entretanto o potencial forrageiro dessas gramíneas depende das condições de solo, clima e manejo da pastagem.

O valor nutritivo de uma forrageira depende basicamente dos teores de proteína e de carboidratos, bem como de suas disponibilidades em termos de nutrientes digestivos. Dessa forma, Pastagens estabelecidas em solos de baixa fertilidade, sem adubação, produzem forragem de baixo valor nutritivo, caracterizada por altos teores de constituintes da parede celular, e baixos níveis de proteína, cálcio e fósforo, onde os elevados teores de fibra das gramíneas tropicais decorrem das condições do clima, principalmente altas temperaturas e deficiência hídrica, enquanto a fertilidade do solo determina os níveis de cálcio, fósforo e proteína bruta.

As gramíneas tropicais, quando em estágio inicial de crescimento, são mais nutritivas e ricas em proteínas e minerais, embora sejam deficientes em disponibilidade de carboidratos. Desta forma, toma-se necessário assegurar o valor nutritivo, através de manejo, mantendo-as em estado vegetativo e com disponibilidade que permita a seleção de melhor qualidade pelos ruminantes, pois a deficiência ou o baixo consumo de qualquer nutriente essencial (proteína, carboidrato, vitaminas e minerais) pode restringir a produção animal. Essas restrições na produção animal, determinadas pelo baixo consumo de energia, são maiores em pastagens tropicais do que em pastagens de zonas temperadas, entretanto pastagens tropicais bem manejadas poderiam aumentar substancialmente

o fornecimento de proteína e carboidratos principalmente na época de melhor disponibilidade hídrica.

A necessidade de se obter maior quantidade de produtos de origem animal, associada às limitações hidrológicas na utilização das pastagens, elevou o interesse na formação de pastagens cultivadas, mais produtivas e nutritivas. As espécies mais utilizadas para formação de pastagens em terra firme na Amazônia, foram o colonião (*Panicum maximum*), jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), quicuio-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*), capim-elefante (*Pennisetum purpurum*), pasto negro (*Paspalum plicatulum*) e setaria (*Setaria anceps*).

Recentemente, na Amazônia, as pastagens são formadas por gramíneas melhores adaptadas e de melhores níveis de sustentabilidade agrônômica, onde se destaca a *Brachiaria brizantha*. A atividade pecuária em pastagens cultivadas, em ecossistema de floresta do trópico úmido brasileiro, pode ser viabilizada, desde que seja levado em consideração o nível de tecnificação visando a perfeita sintonia entre o ambiente (clima, solo, pastagem), o animal e o homem.

A importância do conhecimento e da utilização de sementes de comprovada qualidade é fundamental para o estabelecimento de boas pastagens cultivadas. As gramíneas forrageiras utilizadas para formar pastagens pelo método a lanço, com adubação e escarificação, podem melhorar a cobertura do solo e a qualidade da forragem, diminuindo a necessidade ou eliminando o uso do fogo, evitando a degradação dos solos da Amazônia.

Entretanto, pesquisas que determinem os efeitos do clima sobre essas gramíneas forrageiras, bem como procedimentos de manejo adequados às interferências do ambiente sobre o comportamento dessas espécies, ainda são carentes e precisam ser desenvolvidos, pois o déficit hídrico é importante fator climático no desempenho das forrageiras, influenciando na performance animal, porque pode afetar a quantidade de matéria seca e o valor nutritivo das pastagens cultivadas.

A importância econômica pode ser medida nos menores gastos do produtor com sementes para o estabelecimento de pastagens cultivadas mais homogêneas, pois os laboratórios oficiais utilizam testes de viabilidade e não de vigor com sementes de gramíneas forrageiras, geralmente não espelhando o potencial de desempenho da semente a nível de campo.

A relevância econômica de se implantar pastagens de valor nutritivo mais elevado, através de gramíneas melhores adaptadas a deficiência hídrica, proporciona aumento da longevidade produtiva de pastagens. E através da regionalização de gramíneas forrageiras, em função das características hídricas e térmicas, com espécies mais adaptadas às condições ecológicas locais, associadas a níveis adequados de fertilização, manejo intensivo e suplementação alimentar durante períodos de menor disponibilidade hídrica podem contribuir positivamente para o aumento da produtividade dos bovídeos criados em pastagens cultivadas na Amazônia.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do estresse hídrico no comportamento fisiológico e as variações nos teores de proteína bruta e açúcares solúveis totais das gramíneas forrageiras *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola* e identificar a qualidade física e fisiológica das sementes dessas espécies, relacionando-as com o seu desempenho em nível de campo sob condições de estresse hídrico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Pastagens

Desde o século XVII cria-se gado na Amazônia. No início do século XX introduziu-se no sul do Pará o gado zebu e no Marajó o búfalo, os quais se adaptaram bem às condições tropicais (BURGER, 1986). Até os anos 50, a pecuária na Amazônia era baseada em ecossistemas de pastagens nativas, as quais possuíam variadas características botânicas, hidrológicas, edáficas e de produtividade. O efetivo bovino concentrava-se nos campos naturais da Ilha de Marajó, várzeas inundáveis, campos naturais de Roraima e Amapá e nos cerrados do Pará, Tocantins e norte do Mato Grosso. O efetivo era pequeno, em face, principalmente, da baixa capacidade de suporte das pastagens, disponibilidade de forragem reduzida e de baixo valor nutritivo (TEIXEIRA et al., 1996).

Para aumentar a produtividade pecuária foram desmatadas áreas de floresta, com incentivos do Governo Federal, visando o estabelecimento de pastagens cultivadas, ao longo das estradas de penetração - Belém-Brasília, Transamazônica, entre outras (NEPSTAD et al., 1991). O ecossistema de pastagens cultivadas, geralmente, é estabelecido após a derrubada da floresta.

A partir da década de 60, a pecuária na Amazônia tem apresentado incrementos consideráveis, devido à implantação de fazendas, principalmente em áreas de floresta ao longo das rodovias Belém - Brasília, Cuiabá-Santarém, Cuiabá-Porto Velho, Transamazônica e PA-150. Nas regiões de maiores rebanhos bovinos da Amazônia (sul do Pará, norte de Mato Grosso e Tocantins),

aproximadamente 70% das pastagens localizam-se em propriedades maiores que 1.000 ha (REZENDE, 1995).

As pastagens apresentam altas produtividades nos primeiros anos, em decorrência da fertilização do solo pela deposição, através das cinzas, de nutrientes minerais que estavam armazenados na biomassa da floresta. Com a queimada da floresta, os nutrientes contidos na biomassa aumentam o estoque de nutrientes existentes no solo e nos tecidos das plantas, mas boa parte é perdida por lixiviação e erosão ou exportada nos produtos de origem animal (TEIXEIRA et al., 1996).

O declínio da produtividade é, de um modo geral, caracterizado por um aumento no percentual da comunidade de plantas invasoras, que inicialmente se estabelecem ocupando áreas descobertas na pastagem e que posteriormente dominam as plantas forrageiras ainda remanescentes, provocando uma progressiva diminuição na capacidade de suporte das pastagens (DIAS FILHO, 1990).

Após algum tempo, três a quatro anos de implantação, as pastagens cultivadas iniciam o processo de declínio produtivo, chegando ao estágio de degradação aos sete a dez anos. Nesse período, ocorrem decréscimos acentuados na produtividade das pastagens, devido a vários fatores que atuam em conjunto ou isoladamente, como: estiagens prolongadas, declínio da fertilidade do solo, e manejo inadequado (SERRÃO & DIAS FILHO, 1991; SERRÃO & TOLEDO, 1992). Dos 20 milhões de hectare formados nos últimos 25 anos, aproximadamente 50% encontram-se em estágio de degradação (SERRÃO et al., 1993).

A área estimada de pastagem cultivada na Amazônia Legal, no ano de 1996, ocupava cerca de 25 milhões de hectares e, na Região Norte, era de aproximadamente 13 milhões de hectares. Destes, a maior parte estava localizada no Estado do Pará, vindo a seguir os Estados de Tocantins e Rondônia (TEIXEIRA et al., 1996). Na década de 90 a expansão da área de pastagem tem

sido menor. Os maiores incrementos têm ocorrido nas regiões de colonização, com a implantação de pastagem em boa parte dos lotes agrícolas. A tendência dos produtores saírem das atividades puramente agrícolas, associando a agricultura à pecuária, ocorre pela oportunidade de capitalização do produtor, facilidade da comercialização do produto de origem animal e, principalmente, pela valorização do lote agrícola (REZENDE, 1995).

A pecuária na Amazônia enfrenta o grave problema da degradação das pastagens, pois o modelo tradicional de exploração pecuária em pastagens cultivadas tende a esgotar a fertilidade natural dos solos, por não levar em consideração a fisiologia das forrageiras tropicais nem as interrelações solo-planta-animal, apesar de existirem fatores potencialmente favoráveis ao desenvolvimento da pecuária na região amazônica, tais como o suprimento de energia solar, calor e umidade para o crescimento das forrageiras praticamente o ano inteiro. No entanto, o uso de gramíneas mais adaptadas, níveis adequados de fertilização, manejo das pastagens em sistemas de pastejo rotacionado intensivo e suplementação alimentar e até irrigação, podem contribuir positivamente para o aumento da produtividade de bovídeos criados em pastagens cultivadas na Amazônia (SIMÃO NETO & DIAS FILHO, 1995).

A adubação é vital para a produtividade das pastagens, onde grandes quantidades de nutrientes são retiradas do solo, através das gramíneas consumidas pelos animais. O conhecimento da relação clima-solo-pastagem-animal é de grande importância para a produção sustentável das pastagens. Os fatores climáticos (luz, umidade e temperatura), a disponibilidade hídrica, o balanço de nutrientes no solo, o manejo animal, o potencial produtivo e a exigência nutricional das espécies forrageiras constituem fatores básicos que devem ser adequados para o bom estabelecimento e manutenção da produção sustentável das pastagens na Amazônia (BARROS et al., 1981).

2.2. Gênero *Brachiaria*

O gênero *Brachiaria*, tribo Paniceae, inclui cerca de 100 espécies que ocorrem nos dois hemisférios, em regiões tropicais e subtropicais, principalmente na África. Sete espécies perenes originárias do continente africano - *Brachiaria arrecta*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria dictyoneura*, *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria mutica* e *Brachiaria ruziziensis*, tem sido utilizadas como plantas forrageiras na América tropical, por se adaptar aos mais variados tipos de solos. Suas características permitem a formação de pastagens em ambientes sujeitos a períodos de deficiência hídrica. Essas gramíneas forrageiras tropicais têm assumido papel crescente nas regiões pecuárias, por possuírem alta produção de matéria seca, resistência elevada a pragas e doenças e crescimento bem distribuído durante a maior parte do ano (CIAT, 1996).

Nos trópicos, a alimentação na pecuária de corte e leite é sustentada pelas forrageiras, principalmente sob a forma de pastejo (GOMIDE & QUEIROZ, 1994). Diversas espécies e cultivos de plantas forrageiras têm contribuído excepcionalmente para a produção da bovinocultura no Brasil tropical. Hoje, o gênero *Brachiaria*, o grande componente do atual ciclo de pastagens na pecuária brasileira, constitui porção significativa da área com pastagens cultivadas, contribuindo com cerca de 50% dessas áreas (ARIMA & UHL, 1996).

Em regiões úmidas do Nordeste e da Amazônia, a exploração pecuária tem sido conduzida em *B. humidicola* na grande maioria (LEITE & EUCLIDES, 1994). As espécies do gênero *Brachiaria* mais difundidas na Região Norte foram a *B. decumbens*, *B. mutica* e *B. humidicola*, esta última contribuindo com cerca de 80% do total. Devido sua rápida expansão, a *B. humidicola* substituiu a *B. decumbens*, seriamente atacada pela cigarrinha das pastagens (*Deois incompleta*),

e o capim colômbio, em processo de degradação, principalmente por exigir solos com boas propriedades químicas. Atualmente, a gramínea mais plantada, principalmente na Região Norte, é a *B. brizantha* cv. marandu e algumas cultivares de *Panicum maximum*, indicadas mais recentemente pela pesquisa, como os capins tobiatã e tanzânia (TEIXEIRA et al., 1996).

Notadamente na Região Norte, nos últimos anos, a *B. brizantha* tem tido a preferência do pecuarista, devido à sua alta produtividade de forragem, persistência, boa capacidade de rebrota, tolerância à seca e ao fogo (TEIXEIRA et al., 1996). As plantas deste gênero adaptam-se às mais variadas condições de solo e clima, mas sua expansão foi devida, principalmente, à adaptação a condições de solos com baixa e média fertilidade, onde proporcionam produções satisfatórias de forragem (ZIMMER et al., 1988).

Dados de pesquisas sobre a fisiologia das espécies do gênero *Brachiaria* são escassos, quando disponíveis, muitas vezes são de espécies relativamente menos importantes que aquelas em uso comercial. As características fotossintéticas da *Brachiaria ruziziensis* foram comparadas com nove outras espécies de gramíneas forrageiras tropicais, as médias observadas para a *B. ruziziensis* foram: taxa de fotossíntese líquida (P_N) $29,0 \mu\text{molCO}_2/\text{m}^2/\text{s}$, condutância foliar $123 \text{ mmol}/\text{m}^2/\text{s}$, respiração no escuro (R_D) $2,7 \mu\text{molCO}_2/\text{m}^2/\text{s}$, R_D/P_N 9,0%, ponto de compensação luminosa $34,2 \mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$, ponto inicial da curva de resposta à luz $0,083 \text{ molCO}_2/\text{E}$ e a eficiência da taxa de fotossíntese máxima $0,037 \text{ molCO}_2/\text{E}$. As mensurações ocorreram em concentrações de $280 \mu\text{L}/\text{L}$ de CO_2 e $1900 \mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ de densidade de fluxo de radiação (LUDLOW & WILSON 1971¹; citados por CIAT, 1996).

1. LUDLOW, M.M., WILSON, G.L. Photosynthesis of tropical pasture plants. I. Illuminance, carbon dioxide concentration, leaf temperature, and leaf-air vapour pressure difference. *Australian Journal of Biology Science*. v. 24, p.449-470, 1971.

2.2.1. *Brachiaria brizantha*

A *Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf cv. marandu, conhecida como braquiarão ou brizantão, é originária do Zimbábue na África, possuindo boa capacidade de rebrota, tolerância ao frio, à seca, ao fogo e a cigarrinha-das-pastagens. É uma espécie recomendada como alternativa para solos pobres do tipo cerrado, sujeitos a secas estacionais, pois apresenta alta produção de forragem de bom valor nutritivo, sendo indicada como excelente alternativa para a pecuária regional (ALCÂNTARA, 1988).

A *B. brizantha* é uma gramínea de cultivo relativamente recente na Amazônia e vem se expandindo rapidamente, pela adaptação às condições ecológicas e produtividade de forragem, com satisfatório valor nutritivo. É usada em consórcio com leguminosas para engorda de bovinos na zona bragantina e, em Belém, Pará, na Embrapa Amazônia Oriental, vem sendo testada em sistema de pastejo intensivo, em solos de baixa fertilidade, com uso de adubação, na recria e engorda de bovinos e bubalinos, os quais têm apresentado excelente desempenho produtivo (TEIXEIRA et al., 1996).

As pesquisas com essa gramínea, desenvolvida pela Embrapa Gado de Corte, embora em número reduzido, demonstram que ela possui potencialidade em produção de forragem, de bom valor nutritivo, com elevada resistência à cigarrinha-das-pastagens, sendo adaptada às condições de solos de baixa e média fertilidade, o que significa mais uma alternativa para sustentar a criação animal na Amazônia, conforme pode ser constatado através dos resultados de DIAS FILHO & SERRÃO (1983), VEIGA et al. (1985) e AZEVEDO et al. (1992).

AZEVEDO et al. (1992), na Transamazônica, observaram produção de matéria seca de 7,9 a 16,6 t/ha, de folhas aos 28 e 112 dias de idade de corte, respectivamente. No colmo foram encontradas produções semelhantes, de 7,2 e 15,4 t/ha, na mesma ordem, as quais aumentaram com a idade de corte, de forma

linear. A relação de matéria seca entre colmo/folha se manteve com o aumento da idade. A proteína bruta decresceu de 8,5%, na folha, aos 28 dias, para 5% aos 112 dias de idade de corte, enquanto no colmo, de 4,8 para 3,2%, em idêntica sequência e de forma linear.

Atualmente a gramínea *B. brizantha* vem sendo bastante utilizada na região sul do Pará para formação de pastagens (ARIMA & UHL, 1996). No setor de produção, podem ser observadas propriedades rurais utilizando essa forrageira solteira ou em consórcio com leguminosas, principalmente puerária (*Pueraria phaseoloides*), sob pisoteio de bovinos e bubalinos, os quais têm demonstrado excelente produtividade.

2.2.2. *Brachiaria humidicola*

A gramínea *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickhardt, vulgarmente conhecida como quicuí-da-amazônia, é originária de Zululand na África. É considerada uma das espécies mais importantes para a formação de pastagens em solos de terra firme de baixa fertilidade da Amazônia (CAMARÃO et al., 1986). Possui crescimento decumbente agressivo e vigoroso, capaz de concorrer com as gramíneas existentes e até com invasoras (BATISTA et al., 1986).

A *B. humidicola*, pelas suas características de produtividade, rusticidade e adaptação a solos de baixa fertilidade, tem se constituído em excelente alternativa para formação de pastagens na Amazônia, conforme ficou comprovado através dos resultados de pesquisa no Baixo Amazonas (SERRÃO et al., 1990; LOURENÇO JUNIOR et al., 1993c), em Belém, Pará (LOURENÇO JUNIOR et al., 1993a) e na ilha de Marajó, Pará (SALIMOS et al., 1994; LOURENÇO JUNIOR et al., 1993b).

Estudos com essa gramínea mostraram que o aumento da idade de corte provoca diminuição nos teores de proteína bruta, permitindo concluir que os

níveis observados aos 35 dias de idade de corte se destacaram, indicando que essa gramínea pode ser satisfatoriamente pastejada com esse intervalo e os teores de proteína bruta, na época mais chuvosa, foram superiores aos da época menos chuvosa (MATOS et al., 1987).

AZEVEDO et al. (1992) estudaram a produção forrageira e o valor nutritivo da gramínea quicúio-da-amazônia na Transamazônica e observaram que a produção aumentou com a idade de corte, de forma quadrática, nas duas partes da planta. A relação colmo/folha se elevou com o aumento da idade. A proteína bruta decresceu de 7,3%, na folha, aos 28 dias, para 5,1% aos 112 dias de corte, de forma quadrática, enquanto no colmo, de 5,4% para 3,7%, em idêntica seqüência e de forma linear.

GONÇALVES & OLIVEIRA (1984) avaliaram essa forrageira, e observaram teores de proteína bruta de 8,4%, enquanto BATISTA et al. (1986), em Belém, Pará, determinaram a composição química dessa gramínea aos 35 dias de corte, encontrando valores de 7,6% de proteína bruta.

2.3. Avaliação da Qualidade Física e Fisiológica de Sementes

A produção de sementes de forrageiras no Brasil tem apresentado importância crescente nos últimos anos, exigindo maior demanda pelo uso de tecnologias. Com relação à análise de sementes de gramíneas forrageiras, especialmente aquelas mais importantes em termos de volume de produção, como as espécies do gênero *Brachiaria*, um dos maiores entraves para uma tomada rápida de decisão é o período de tempo requerido para a obtenção de resultados dos testes de germinação (POLETTI et. al., 1997).

A utilização de sementes de boa qualidade é um aspecto fundamental para garantir o sucesso de um empreendimento agrícola, caso contrário, todos os outros investimentos serão afetados negativamente (KRZYZANOWSKY et al.,

1991). As gramíneas forrageiras introduzidas em pastagens nativas pelo método a lanço, com adubação e escarificação, podem melhorar a cobertura do solo e a qualidade da forragem, diminuindo a necessidade ou eliminando o uso do fogo (TEIXEIRA, 1993).

Na Amazônia existem inúmeras espécies de grande importância econômica, tornando-se indispensável detectar suas características peculiares referente à sua adaptação aos fatores climáticos e à manutenção da qualidade fisiológica das sementes, através de testes de viabilidade e vigor (AGUIAR et al., 1993). Para o estabelecimento de pastagens, sementes de boa qualidade, apresentando alta percentagem de germinação e vigor, são fundamentais (GARCIA & CÍCERO, 1992).

A determinação do peso das sementes é um teste físico, que serve como comparação e referência para cálculos de quantidade de sementes por quilograma e hectare, que são as unidades mais utilizadas pelos agricultores (BRASIL, 1992).

O teste de germinação é usado como rotina, pelo fato de sua metodologia ser padronizada e de fácil reprodução, para avaliar a qualidade fisiológica das diferentes classes de sementes existentes. Por isso, é um dos parâmetros mais aceitos para observar a qualidade fisiológica das sementes, e é conduzido sob condições artificiais e favoráveis de temperatura, aeração, umidade, luminosidade e substrato, a fim de proporcionar todas as condições ambientais para que a semente produza uma plântula normal (AOSA, 1983).

O teste padrão de germinação é a análise mais comum e freqüente para a determinação da qualidade fisiológica de sementes, sendo o seu procedimento padronizado (MARTINS & CARVALHO, 1994).

A germinação de sementes é afetada pelas condições climáticas locais. Por outro lado, sementes de alto vigor proporcionam germinação rápida e uniforme no crescimento das plântulas, sob condição adequada do ambiente

(SANTOS et al., 1996). De acordo com CARVALHO & NAKAGAWA (1980), a capacidade de germinação de um lote de sementes é determinada pela proporção das que podem produzir plântulas normais em condições favoráveis.

A qualidade fisiológica de semente é o somatório de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam sua capacidade de originar plantas de alta produtividade (POPINIGIS, 1985). As sementes da maioria das espécies conservam melhor sua qualidade, quando mantidas em ambientes mais secos e frios (AGUIAR et al., 1993). A avaliação dessa qualidade deve ser realizada mediante um conjunto de testes capazes de determinar a viabilidade, o vigor e a longevidade, o que agiliza as tomadas de decisões (MENEZES et al., 1994).

Na avaliação dos atributos fisiológicos das sementes, os testes de vigor são os mais adequados (SANTOS et al., 1996). Entretanto, ANDRADE et al. (1996) mencionam que para avaliar as condições fisiológicas do embrião de uma semente deve ser utilizado o teste de tetrazólio, que estima a sua viabilidade com maior rapidez, fato também relatado por MENEZES et al. (1994), os quais correlacionam positivamente o teste de vigor com a germinação.

A condutividade elétrica é um teste para avaliar o vigor de sementes em função da quantidade de lixiviados presente na solução. Sementes que liberam altas concentrações de eletrólitos na solução, sementes com membranas mal-estruturadas e células danificadas estão geralmente associadas ao processo de deterioração e, portanto, com sementes de baixo vigor (VIEIRA & CARVALHO, 1994). A lixiviação de eletrólitos do interior das células para o meio externo e a velocidade de embebição são influenciados pela temperatura (LEOPOLD, 1980; MURPHY & NOLAND, 1982).

A curva de hidratação das sementes proporciona a observação da taxa de absorção de água, que ocorre no início do processo germinativo, sendo esta fase inicial puramente física, pois ocorre tanto em tecidos vivos como mortos. Esses

valores variam de espécie para espécie e estão relacionados com o grau de permeabilidade do tegumento das sementes (MARCOS FILHO, 1986).

2.4. Fisiologia de Plantas sob Estresse

A perda de água pelas plantas para o meio externo ocorre através do processo de transpiração, por estruturas especiais denominadas de estômatos. Estes atuam como válvulas, regulando a passagem da água para a atmosfera e exercendo papel fundamental no resfriamento foliar, bem como na regulação das trocas gasosas entre plantas e ambiente (KLAR, 1984).

As respostas das plantas ao déficit de água envolve vários mecanismos, além da regulação estomática, a resistência hidráulica ao fluxo de água raiz-parte aérea, explicam as diferenças nas relações hídricas entre cultivares (JALALUDDIN & PRICE, 1994). O potencial hídrico foliar está relacionado com o comportamento estomático, que é tido como responsável direto pela perda de água nas plantas. Entretanto, essa função está ligada aos reguladores hormonais, ao estado da água no solo e à pressão de turgor nas células guardas, sugerindo que o primeiro estímulo ao estômato não é de natureza hidráulica (DAVIES & ZHANG² 1991, citados por GOMES et al. 1997).

Cultivos feitos em potenciais adequados de água no solo, quando a demanda evaporativa é elevada, experimentam certo déficit hídrico, que sendo de curta duração, não afeta o crescimento e o desenvolvimento dos mesmos. Assim, a rápida transpiração ou a lenta absorção de água, ou a combinação de ambos, em épocas quentes ou secas, conduz a planta a estresse de água (KOZLOWSKI et al., 1991). Dessa maneira, deve-se diferenciar o déficit que ocorre ao longo do dia, ocasionado pela transpiração, daquele que atua por um período mais longo, de modo a provocar o esgotamento progressivo de água do solo e redução no crescimento e na produção vegetal (DALE, 1988).

2. DAVIES, W.J.; ZHANG, J. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Annual Review of Plant Physiology and Plant molecular Biology*. v. 42, p.55-76, 1991.

O controle da transpiração pelo movimento dos estômatos tem efeito direto sobre a produtividade em plantas C_3 e C_4 , porque quando os estômatos se fecham, para conservar a água, impedem a entrada de CO_2 na folha, reduzindo, conseqüentemente, a taxa fotossintética (MANSFIELD & DAVIS, 1981), pois a máxima taxa de fixação do gás carbônico, necessita de uma resistência difusiva mínima ao influxo do mesmo. No entanto, a emissão do CO_2 originário da fotorrespiração ocorre simultaneamente com a absorção do CO_2 necessário à fotossíntese, e parte desse CO_2 é reutilizado pela fotossíntese antes de sua saída da folha.

2.4.1 Estresse Hídrico

KRAMER (1983) define estresse como qualquer fator que perturba o funcionamento normal de um organismo e considera que quando as plantas são submetidas a um estresse podem ocorrer modificações não hereditárias nas características fenológicas, morfológicas, fisiológicas ou bioquímicas, que tendem a reduzir os efeitos prejudiciais do estresse, processo este denominado de aclimação ou endurecimento.

LARCHER (1986) sugeriu que o termo estresse fosse substituído por fator de estresse e a deformação biológica correspondente por resposta ao estresse. Quando existe um fator do estresse ocorre uma desestabilização inicial nos vegetais, pois as mudanças extremas que ocorrem no meio ambiente se traduzem em mudanças internas na planta. Há, então a normalização de um novo patamar fisiológico e termodinâmico para que a planta possa adaptar-se.

As plantas normalmente estão expostas a déficit hídrico e esse fator influencia todos os aspectos de crescimento, provocando mudanças anatômicas, fisiológicas e bioquímicas, cujos efeitos dependem do tipo de planta e do grau e intensidade do estresse hídrico (GERIK et al. 1996).

As plantas tropicais crescem em ambientes onde as deficiências de água podem influenciar severamente a sua produtividade. Dessa forma, é importante conhecer os efeitos fisiológicos da deficiência hídrica sobre essas, para o desenvolvimento de métodos práticos e rápidos que permitam auxiliar no melhor manejo dessas culturas, em condições de seca (JONES & CORLETT, 1992). O estresse hídrico é uma força seletiva na evolução das plantas e sua habilidade em sobreviver nessas condições determina a sua distribuição natural e produtividade (COVARRUBIAS & GARCIARRUBIO, 1993). TUINSTRA et al. (1996) relatam que a tolerância à seca é uma característica agrônômica importante, mas os mecanismos genéticos e fisiológicos que condicionam sua expressão são pouco compreendidos.

As reduções nos potenciais hídricos das células e no crescimento das plantas, são respostas comuns, observadas sob défices hídricos provocados pela seca ou salinidade do solo. Essas reduções no tamanho e produção das plantas, depende da intensidade da deficiência hídrica, pois um estresse hídrico mais severo pode conduzir à morte acelerada e à perda completa dos rendimentos das culturas (NEUMANN, 1995).

A capacidade das plantas em modificar adequadamente o seu padrão de desenvolvimento, em resposta às mudanças no ambiente aéreo, é o fator mais importante envolvido na sua adaptação aos habitats específicos (JONES, 1992). Em regiões com períodos de deficiência hídrica, TURNER & BEGG (1981) sugerem que as características desejáveis nas espécies para boa adaptação a essas condições são: a) rápida germinação e estabelecimento precoce de raízes profundas; b) rápido desenvolvimento fenológico; c) desenvolvimento plástico com movimentos foliares de fotonastismo; d) alta sensibilidade do processo de expansão das folhas ao déficit hídrico; e) alta sensibilidade dos estômatos a altos valores de déficit de saturação de vapor d'água na atmosfera; f) habilidade para ajustamento osmótico; g) grande poder de transferência de assimilados do caule

para as sementes e h) tolerância à desidratação, particularmente durante o estágio de plântula e do enchimento de grãos.

A adaptação ao ambiente contém vários elementos, que incluem a capacidade de se reproduzir, a facilidade de propagação, a estabilidade de produção de matéria seca, a capacidade do crescimento, mesmo sob condições climáticas adversas, e a capacidade de se alastrar e colonizar novas áreas (HUMPHREYS, 1981).

Na determinação dos efeitos do estresse em ambiente seco ou quente, é necessário responder as seguintes perguntas: Que níveis de estresse estão ocorrendo na planta durante a estação de crescimento? Quanto sensível são as plantas ao estresse em diferentes estádios de desenvolvimento? Quanto o rendimento está sendo afetado por um estresse particular em diferentes condições ambientais? (HALL, 1989).

Obter uma descrição adequada do ambiente de produção é particularmente importante por causa das interações entre genótipo vs. ambiente. Cultivares adaptadas a ambientes muito quentes podem ter fraca adaptação a ambientes frios e vice-versa. Análises baseadas em princípios fisiológicos indicam que plantas adaptadas a ambiente extremamente seco podem ser fracamente adaptadas em ambientes úmidos, entretanto esta evidência empírica não é conclusiva, pois algumas cultivares têm sido desenvolvidas com adaptações extremamente amplas (HALL, 1981).

Vale a pena mencionar que a sobrevivência demanda resistência aos estresses ambientais. Neste sentido, HUMPHREYS (1981) lembra ainda que as plantas forrageiras têm obtido sucesso ecologicamente, ou porque elas sobrevivem melhor do que as outras plantas a estresse, ou porque possuem maior habilidade competitiva pelos fatores ambientais do crescimento.

2.4.2. Potencial Hídrico

A grande maioria das plantas vasculares tem o seu potencial de água variando de -0,5 e -8,0 MPa. A variabilidade deste potencial depende de vários fatores, principalmente da umidade do solo e das condições atmosféricas, mas, comumente, a variação diurna está na faixa de -1,0 a -2,0 MPa, existindo variação no estresse hídrico até nos menores potenciais. Em plantas mesofíticas, o potencial hídrico das folhas varia de cerca de 0,0 MPa para plantas sem déficit hídrico e baixas taxas de transpiração, até -3,0 MPa, ou menos, em plantas dessecadas próximas à morte (KAUFMANN, 1981).

Uma adaptação fisiológica interessante é o ajustamento osmótico, que ocorre em algumas espécies em condições ambientais peculiares e permite que o potencial de turgescência seja mantido durante um período de diminuição do potencial hídrico. Essa adaptação é importante, pois permite a continuidade do crescimento e da fotossíntese, sob condições hídricas desfavoráveis (TURNER, 1986).

A diminuição do crescimento celular é a resposta mais sensível da planta ao estresse hídrico, pois o crescimento da célula está relacionado à sua turgescência, a qual decresce com qualquer diminuição do potencial hídrico da célula, induzida pela desidratação (LEVITT, 1980). Pequenos decréscimos no potencial hídrico reduzem o crescimento celular, a síntese da parede celular e das proteínas. A turgidez celular, acima de um valor crítico, é fator físico determinante do crescimento celular das plantas (COSGROVE, 1985).

A formação de protoclorigila decresce desde que ocorram reduções mais acentuadas no potencial hídrico do tecido. Na sequência, o hormônio ácido abscísico (ABA) começa a ser sintetizado, pois na maioria das vezes é um dos principais responsáveis pelo fechamento estomático que ocorre a seguir. Como consequência, há redução na assimilação de CO₂. Com as reduções de potenciais

hídricos ao redor de -0,5 MPa, também diminuem a respiração e a condutância no xilema. Quando o potencial hídrico diminui ainda mais, observa-se em muitas espécies o acúmulo de prolina e uma elevação do nível de açúcares (HSIAO, 1973).

Respostas de tecidos de plantas ao estresse hídrico depende das propriedades fisiológicas dos componentes das células e das características anatômicas que regulam a transmissão do efeito do déficit de água para as células. De acordo com FERREIRA (1989), o estresse pode provocar mudanças acentuadas na integridade e na composição das membranas.

2.4.3. Comportamento Estomático

A água é necessária para todos os aspectos de crescimento e desenvolvimento das plantas. Além disso, o controle de taxas de perda e absorção de água é de importância vital para o organismo vivo, seja animal ou vegetal. Os vegetais mostram controle considerável do estado de água através de adaptações morfológicas e fisiológicas. Esse controle, a curto prazo, é regulado por mudanças na abertura e no fechamento estomático e por estratégias, a longo prazo, de dormência ou hábito de crescimento efêmero, que também aumentam a sobrevivência das plantas nas condições ambientais adversas (JONES, 1992). Segundo TURNER & BEGG (1981), plantas transpirando a uma taxa relativamente alta, apresentam déficit hídrico nos tecidos, consequência das resistências ao fluxo de água ao longo do sistema solo-planta-atmosfera (SSPA).

Dentre as resistências ao fluxo hídrico no SSPA, aquela relativa aos estômatos desempenha papel fundamental, pois representa resistência que se localiza na interface dos sistemas líquido e gasoso e que pode tornar-se de extrema importância em determinadas condições de falta de água (LABEDZKI, 1995). O comportamento estomático é de grande importância nas relações

planta/ambiente, pois os estômatos são as principais vias de absorção de CO₂ e difusão do vapor d'água, tais estruturas ocupam uma posição chave do sistema de transporte de água (ROCHA NETO, 1990; ROCHA NETO et al., 1996). A sensibilidade da regulação estomática depende do potencial hídrico do solo e da folha, da idade da planta e da radiação solar (JONES, 1992).

Dentre os aspectos da anatomia foliar associados à economia de água, a posição com relação à epiderme, à frequência e ao diâmetro dos poros dos estômatos, à espessura e às características físico-químicas da cutícula e a frequência e comprimento dos tricomas das folhas são mencionados como fatores anatômicos que influenciam o balanço energético das plantas (LARCHER, 1986). Além disso, existe grande variabilidade entre as espécies quanto ao tamanho dos estômatos e a sua densidade, determinada pela posição nas folhas e diferentes condições de crescimento a que estão submetidas, gerando diferenças na resistência estomática dessas espécies (JONES, 1993).

2.4.4. Variáveis Micrometeorológicas

O estresse nas plantas resultante da ação das variáveis meteorológicas, tais como a temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar, velocidade do vento e pressão atmosférica, que agem isoladamente ou em conjunto, afetam os organismos vegetais direta e indiretamente, através de sua influência sobre o meio ambiente. Com relação à produção vegetal, o complexo climático tem larga influência na regulação da composição do solo, na produção e qualidade de gramíneas e leguminosas (JONES et al., 1980).

A temperatura, precipitação pluviométrica, umidade e disponibilidade de energia solar determinam a distribuição natural de gramíneas, leguminosas e outras forrageiras, bem como sua produção e qualidade. Assim, as forrageiras têm menor valor nutritivo nos trópicos, pelo maior teor de fibra e menor de

proteína e minerais. Apesar do rápido crescimento, as forrageiras têm reduzida digestibilidade e, conseqüentemente, baixo valor nutritivo (FAHIMUDDIN, 1975).

A temperatura determina a espécie de cultura e cultivar que podem crescer em locais específicos e estações do ano, a sua produtividade média, a qualidade e a sua variação no campo e a escolha da data da semeadura pode ser altamente influenciada pelo regime térmico (WANG & LEE, 1993). Essa relação com a temperatura, em diferentes ambientes naturais, é difícil, porque os regimes termais são complexos (HALL, 1989).

A influência da temperatura do dia no crescimento vegetal é provavelmente similar aos efeitos da temperatura na assimilação fotossintética de CO₂. Para as temperaturas abaixo ou acima do nível ótimo, as taxas de crescimento são menores e danos irreversíveis ocorrem em temperaturas extremas (LEE et al., 1993). As temperaturas extremas podem causar a morte da planta ou reduções substanciais na sua produtividade e qualidade. A temperatura mínima na qual os tecidos das plantas são danificados depende de uma série de fatores. Os efeitos das altas temperaturas diárias nas culturas são complexos, devido às interações com a demanda evaporativa e aos efeitos indiretos no estado hídrico das plantas (JONES, 1993).

Inúmeros estudos mostram que espécies anuais são classificadas como sendo adaptadas a estações quente ou fria, e as culturas perenes como adaptadas ou a zona tropical/subtropical, cuja principal estação de crescimento é a quente, ou as zonas temperadas, onde a principal época de crescimento é a fria. SOUZA & ROCHA NETO (1996) e ROCHA NETO et al. (1996) constataram que na Amazônia as diversas situações edafoclimáticas predominantes não permitem que as recomendações de manejo para as plantas cultivadas sejam uniformes, porque ocorrem muitos fatores de estresse, dentre esses destacam-se a

temperatura, a precipitação pluviométrica e a umidade relativa do ar, em maior ou menor grau de intensidade.

O balanço hidrológico e a resposta das plantas a um solo com baixa disponibilidade hídrica e a atmosfera árida influencia a escolha das mesmas em regiões mais secas. Uma maneira efetiva de estimar o ciclo ótimo das culturas, em diferentes regiões, é conduzir análises de balanço hídrico, utilizando-se dados de precipitação pluviométrica, evapotranspiração, coeficientes da cultura para o uso da água, profundidade radicular e características de retenção de água do solo (DANCETTE & HALL, 1979).

Essas considerações permitem avaliar a importância da competição pela luz nas plantas em geral e, especificamente, para as espécies tropicais. Em ambientes com disponibilidade hídrica, o resultado da competição por luz freqüentemente determina qual a espécie que dominará. Em ambientes sujeitos a défices hídricos, a luz só será um fator limitante quando a água e os nutrientes forem insuficientes para a crescimento (HUMPHREYS, 1981).

A umidade relativa do ar parece contribuir de forma marcante nos processos fisiológicos, tanto nos animais como nos vegetais, e a velocidade do vento é um importante fator climático que influencia nas perdas de calor e evaporação da superfície do corpo vegetal. A intensidade da radiação solar afeta diretamente o comportamento e a fisiologia das plantas, determinando sua adaptação ao ambiente físico. As trocas de energia radiante entre o organismo vegetal, através das radiações ultravioletas e infravermelhas, e o ambiente físico, através da reflexão, são extremamente complexas e difíceis de serem determinadas precisamente (LARCHER, 1986).

O conteúdo de vapor de água, ou umidade, é a medida da aridez do ar. É um fator determinante das taxas de evaporação e transpiração. Os estômatos de algumas espécies respondem diretamente à umidade do ar, independentemente do teor hídrico das folhas (GRANTZ & MEINZER, 1990). Portanto, os

estômatos fecham com o ar seco, restringindo as trocas de CO_2 e vapor d'água e, possivelmente, isto ocasiona a redução do crescimento. Pelo menos por esta razão, a umidade deve ser medida durante os experimentos em estações meteorológicas e em sítios agrônômicos e ecológicos.

O déficit de saturação é a diferença entre a pressão de vapor e a pressão do vapor saturante para a temperatura de bulbo seco. Em outras palavras, déficit de saturação é um índice do poder secante do ar. Quanto mais alto o déficit, maior a taxa de evaporação. Caso a temperatura do ar seja igual à da folha, o déficit de saturação é equivalente à diferença de pressão de vapor ar-folha, e é diretamente relacionada com a taxa de transpiração (IDSO et al., 1987).

2.4.5. Temperatura Foliar

A radiação é a principal forma de troca de energia entre as plantas e o ambiente aéreo. Quando convertida em calor, a radiação afeta os processos fisiológicos, influenciando na temperatura dos tecidos e nas taxas dos processos metabólicos, alterando o equilíbrio entre estes. Curvas de resposta relacionando o crescimento de plantas à temperatura são difíceis de determinar em ambientes naturais, pois existem correlações entre a temperatura, o nível de radiação solar e a umidade, além de seus efeitos interativos na fotossíntese e nas relações hídricas das plantas (JONES, 1992).

As plantas, através de seus processos bioquímicos e biofísicos, tais como absorção e emissão da radiação, transpiração, condensação, fotossíntese e respiração, podem ter alteradas suas temperaturas foliares. A água é absorvida pelo vegetal através de gradiente de potencial d'água, desencadeado pelo atraso entre absorção e transpiração. A esse processo deve-se a dissipação parcial ou total da radiação absorvida pelo vegetal, porque a água possui propriedades especiais, como elevado calor de vaporização e específico. O conteúdo de água

na planta é regulado, principalmente, pela relação entre a transpiração e a absorção. Ocorrendo redução no conteúdo hídrico nas células das folhas os estômatos se fecham e a temperatura da parte área aumenta (KENNER & KIRCHER, 1983).

A temperatura foliar tem sido reconhecida como um indicador da disponibilidade de água para a planta, por refletir as diferenças existentes no balanço de energia. Esse parâmetro, quando associado aos processos de transferência de calor para o ambiente, poderá ser útil na aquisição de dados quantitativos para caracterização de componentes de importância agrícola como produção e balanço hídrico da cultura. (IDSO et al., 1986).

A temperatura influencia as velocidades das reações bioquímicas, afetando as taxas de crescimento das plantas. No estudo da fisiologia vegetal, as temperaturas de maior importância são as do ar, solo e folhas. A temperatura das folhas, frutos e ápices são muito mais importantes que a temperatura do ar, para a compreensão das reações bioquímicas e fisiológicas, crescimento e desenvolvimento das plantas (HALL & PATEL, 1985).

As folhas, como os outros órgãos das plantas, podem estar mais frias ou aquecidas que o ar ambiente, dependendo do nível de radiação do meio, da velocidade do vento, do seu formato, cor e conteúdo hídrico. Folhas transpirando normalmente apresentam temperaturas menores que as do ambiente, enquanto que folhas com deficiência hídrica e localizada em regiões de altitude elevada, possuem temperaturas maiores que a temperatura do ar. A temperatura das folhas e do ambiente serão bem próximas nas folhas pequenas e em ventos fortes (CAMPBELL, 1986³, citado por GRANTZ & MEINZER, 1990).

Em pesquisas para selecionar critérios de resistência à seca em gramíneas de prado, foi verificado que a diferença entre a temperatura do dossel e a temperatura do ar parecem separar cultivares por resistência à seca e eficiência no uso de água (ZHAO et al., 1994). LABEDZKI (1995) demonstrou

3. CAMPBELL, G.S. *An Introduction to Environmental Biophysics*. Spring-Verlag, Berlin. 1986.

a existência de uma dependência da temperatura do dossel com a temperatura do ambiente, em déficit de pressão de vapor de água atmosférica.

2.4.6. Fotossíntese e Transpiração

O estresse hídrico afeta o crescimento de plantas, através de ação indireta ou direta, como no caso da fotossíntese, que é afetada pelo fechamento estomático, provocando redução na assimilação de CO₂. Dessa forma, a redução no crescimento provoca diminuição na superfície fotossintética (GOMES et al., 1997).

A taxa de transpiração de folhas de plantas mantidas em condições naturais é determinada, principalmente, por duas variáveis meteorológicas (radiação solar e déficit de saturação) e por uma variável fisiológica (condutância estomática), sendo o fechamento estomático, principal mecanismo na diminuição da taxa transpiratória em plantas mesófitas, quando ocorre o estresse hídrico (FARQUHAR & SHARKEY, 1982). Sob condições de deficiência hídrica, as folhas novas se desenvolvem mais lentamente e as mais velhas senescem mais rapidamente, promovendo uma redução na área fotossintética, assim como uma redução na taxa de fotossíntese por unidade de área foliar (KRAMER, 1983).

Decréscimos no potencial de água das folhas reduzem a atividade fotossintética, devido ao aumento da resistência estomática à difusão do CO₂ para o interior das folhas (EL-SHARKAWY et al., 1985), ocorrendo ainda uma redução na concentração de clorofila por unidade de área foliar (NEPOMUCENO et al., 1993). O comportamento da transpiração e a eficiência transpiratória e sua relação nas características morfológicas e fisiológicas, sob diferentes condições de irrigação e seca, comprovam que a seca reduziu a

condutância estomática, área foliar, matéria seca e a transpiração, e aumentou o número de folhas secas e a eficiência transpiratória (CORTAZAR et al., 1995).

A diminuição do teor relativo de água das folhas provoca redução gradual na taxa fotossintética e transpiratória e no início da deficiência hídrica a transpiração decresce mais que a fotossíntese, aumentando os valores da eficiência no uso da água (TEIXEIRA et al., 1983). De forma diferente, quando o estresse hídrico se acentuou, a fotossíntese decresceu mais do que a transpiração e as espécies *Centrosema pubescens*, *Centrosema brasilianum* e *Leucaena leucocephala*, apresentaram as menores taxas transpiratórias e os maiores valores de eficiência no uso da água, portanto maior prevenção contra a perda de água (RODRIGUES, 1993; RODRIGUES et al., 1993).

Pesquisas com cultivares de gramíneas sugerem que o comprimento da raiz e a habilidade para manter a evapotranspiração, quando o solo está com deficiência hídrica, são fatores importantes para avaliar a resistência à seca CARROW (1996) e como a taxa de transpiração é determinada pela área foliar, a sensibilidade da expansão foliar ao estresse hídrico é uma forma de limitar a superfície transpirante e retardar o agravamento da deficiência hídrica. De forma semelhante, a queda de folhas ou a morte acelerada de folhas são adaptações para reduzir o consumo de água e são importantes para a sobrevivência de gramíneas forrageiras (TURNER & BEGG, 1978).

2.5. Efeito do Estresse Hídrico em Gramíneas

As gramíneas forrageiras tropicais crescem em ambientes onde as deficiências hídricas podem afetar severamente a produtividade, a persistência das plantas e, conseqüentemente, a produção animal. Portanto, é de grande importância prática que sejam conhecidos os efeitos do estresse hídrico sobre as forrageiras tropicais (FAVORETTO, 1993).

As variações da disponibilidade hídrica contribuem de maneira significativa para a redução do rendimento das plantas forrageiras. As pastagens cultivadas com gramíneas forrageiras de melhor produção quantitativa e qualitativa de forragem representam papel de relevante importância para a pecuária da Amazônia, entretanto sofrem os efeitos danosos do ambiente físico, tais como secas intensas, que provocam reduções no seu valor nutritivo (DIAS FILHO, 1986).

A produção de matéria seca de quatro gramíneas, dentre as quais a *B. humidicola* foi reduzida acentuadamente pela deficiência hídrica (RUIZ et al. 1983). DIAS FILHO et al. (1989) observaram rápido decréscimo na alongação foliar, número de folhas, produção de matéria seca e diminuição do sistema radicular em *Panicum maximum* sob estresse hídrico. Esses dois últimos efeitos foram causados pela redução da área fotossintética provocada pelo menor número e tamanho das folhas, interferindo no desempenho dessa gramínea. Sob condições de déficit hídrico, há necessidade de cuidados de manejo, pois a planta teria pequena capacidade de recuperação a estresses adicionais, tais como pastejo ou corte mecânico.

Por outro lado, DIAS FILHO et al. (1991) concluíram que o estresse hídrico não tem efeito negativo sobre o valor nutritivo do capim-tobiatã (*Panicum maximum* Jacq.), cultivado sob condições controladas de casa de vegetação, que manteve sua digestibilidade “in vitro” da matéria orgânica e o seu teor de proteína bruta.. SMITH & WU (1993) determinaram a função da luz e disponibilidade de águas sobre o crescimento e reprodução de *Boltonia decurrens* (Torrey e Gray) Wood. verificando que essa espécie exigiu altos níveis de luz para ótima fotossíntese e crescimento, sendo mais sensível na redução do crescimento, sob luminosidade do que em estresse de água.

A diminuição do potencial hídrico do solo provocou o fechamento estomático em folhas de milho sob condições de déficit hídrico, quando o

potencial hídrico foliar de base encontra-se a - 0,5 MPa, o qual foi acompanhado por uma redução na taxa de fotossíntese, (KATERJI & BETHENOD, 1997). SCHUSSLER & WESTGATE (1995) observaram que défices hídricos durante o florescimento de *Zea mays* L. causaram abortos dos núcleos, constatando que quando o potencial hídrico do solo foi de aproximadamente -1,1 MPa, o potencial de água da folha foi de aproximadamente -1,8 MPa, e a fotossíntese foi completamente inibida.

O peso da matéria seca de plantas de *Panicum maximum* var. tricloglume foi reduzido pela deficiência hídrica (NG et al., 1975). JONES et al. (1980) e WILSON et al., (1980) constataram reduções acentuadas na produção de matéria seca e no número médio de folhas novas em gramíneas tropicais durante o período de deficiência hídrica. LUDLOW & NG (1976) observaram redução de 80% na taxa de alongamento das folhas de *Panicum maximum*, quando o potencial hídrico da folha caiu de -0,4 para -0,7 MPa, e o crescimento parou a -1,1 MPa.

Uma das modificações que parece estar associada às características evolutivas, que conferem tolerância à seca, é o aumento do nível de reparação dos lipídeos, que leva a diminuição da resistência ao fluxo de água nas plantas. Quando se considera o ecossistema de pastagens, além das condições de ambiente potencialmente adversas, há o efeito do animal sobre as plantas (RODRIGUES & RODRIGUES, 1987). Assim, os efeitos da desfolhação por corte, pastejo ou pragas sobre os processos fisiológicos de gramíneas forrageiras, em condições de estresse hídrico, merecem atenção especial (RODRIGUES et al., 1986). Trabalhos de pesquisa de MOTT et al. (1992) concluíram que o *Panicum maximum* irrigado e em solo adubado, mesmo desfolhado, não foi afetado pelas condições hídricas durante a estação seca, sendo menos sensível ao desfolhamento que a *Themeda triandra*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Características do Solo Experimental

O solo utilizado neste estudo foi coletado na Fazenda Bacaba, propriedade particular, com área de relevo suave a ondulado, situada na BR 010 – Km 115, Ramal Esquerdo, km 27, localizada no município de Aurora do Pará, PA, cujas coordenadas geográficas são 2° 59' S e 47° 28' W.

O solo é do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo, Distrófico A, moderado, de textura média argilosa, retirado da camada superficial (0-20 cm), com as seguintes características granulométricas: areia grossa 31%, areia fina 32%, silte 15% e argila total 22% e os valores de fertilidade, conforme análise química (Tabela 1) realizada pelo Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental.

Tabela 1. Características químicas do solo na profundidade de 0-20 cm, Fazenda Bacaba, Aurora do Pará, PA. 1998.

Característica	Valor médio
PH	5,43
Carbono (%)	1,1
Matéria orgânica (%)	1,9
Nitrogênio (%)	0,1
Fósforo (mg/kg)	3,3
Potássio (mg/kg)	82
Sódio (mg/kg)	23,6
Cálcio (meq/100 ml)	1,46
Cálcio + Magnésio (meq/100 ml)	1,93
Alumínio (meq/100 ml)	0,4
Hidrogênio + Alumínio (meq/100 ml)	4,52
Soma de bases (meq/100 ml)	2,23

O solo utilizado foi coletado em área de tipo climático Ami, segundo a classificação de Köppen, caracterizada por dois períodos bem definidos, sendo um chuvoso (dezembro a maio) e outro seco (junho a novembro), com precipitação pluviométrica média anual de 1.862,2 mm, temperatura média anual de 27°C (temperaturas médias extremas: 32, 1° C de máxima e 22, 0° C de mínima), umidade relativa de 83% e insolação anual acima de 2.000 horas por ano (BRASIL, 1992).

3.2. Local do Experimento

A fase experimental de coleta de dados sobre estresse hídrico nas gramíneas forrageiras *Brachiaria humidicola* e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, foi realizada em casa de vegetação pertencente à Embrapa Amazônia Oriental, localizada em Belém, Pará, cujas coordenadas geográficas são 1° 28' S e 48° 27' W. O tipo climático é Afi, segundo a classificação de Köppen, caracterizado por chuvas abundantes durante o ano inteiro, com um período mais chuvoso, de dezembro a maio, e outro menos chuvoso, de junho a novembro, com precipitação pluviométrica de 2.900 mm/ano (BASTOS et al., 1986). A temperatura média do ar anual situa-se em torno de 26°C, umidade relativa do ar média durante o ano de 86 %, ambos com pouca variabilidade sazonal, e insolação anual de 2.400 horas por ano (BRASIL, 1992).

3.3. Características do Material Utilizado

Foram usadas sementes das gramíneas forrageiras *B. brizantha* e *B. humidicola*, ambas da mesma procedência, utilizadas na Fazenda Bacaba. As sementes de *B. brizantha* apresentaram 95,30% de pureza, 80% de germinação e 76,20% de valor cultural, conforme Boletim de Análise nº 718, realizado em

22/10/97, lote nº 297, safra 1997. As sementes de *B. humidicola* possuíam as seguintes características: 71,50% de pureza, 49,0% de germinação e 35,0% de valor cultural, de acordo com o boletim de análise nº 153 da empresa fornecedora das sementes, realizado em 17/04/97, lote nº 014, safra 1997.

3.4. Procedimento de Avaliação

O experimento foi executado em duas etapas, no período de agosto/98 a janeiro/99 sob condições controladas. A primeira conduzida no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Biologia Vegetal e Fitossanidade e casa de vegetação da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará e, a segunda, na casa de vegetação da Embrapa Amazônia Oriental.

3.4.1. Primeira Etapa

As avaliações realizadas nesta etapa tiveram a finalidade de determinar a qualidade física e fisiológica de sementes das gramíneas forrageiras *B. brizantha* e *B. humidicola*, constantes de testes físicos (peso de 100 sementes e grau de umidade), de viabilidade (percentagem de germinação e teste de tetrazólio) e vigor (percentagem de emergência, índice de velocidade de germinação (IVG), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica) e a curva de hidratação dos lotes de sementes.

3.4.1.1. Determinação do grau de umidade e peso de 100 sementes

Na determinação do grau de umidade foram utilizadas oito repetições de 100 sementes por espécie estudada, as quais foram acondicionadas em cápsulas de alumínio, previamente pesadas, e colocadas para secar em estufa a $105^{\circ} \text{C} \pm$

3° C, por 24 horas. A seguir, calculou-se a umidade com base no peso úmido através da fórmula:

$$Gu = \frac{Pu - Ps}{Pu} \times 100$$

Gu = Grau de umidade

Pu = Peso úmido

Ps = Peso seco

As sementes foram pesadas em balanças analíticas de precisão e o grau de umidade das sementes foi determinado segundo as recomendações das Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 1992).

3.4.1.2. Curva de hidratação

Essa determinação seguiu a metodologia descrita por SANTOS et al. (1991). A capacidade de hidratação das sementes das gramíneas forrageiras estudadas foram avaliadas através de beakers com capacidade para 50ml, onde se adicionou 30 ml de água destilada e através da diferença de pesos das sementes foi calculada a curva de hidratação (expressa em percentagem), sendo as pesagens feitas a cada hora, até o período de 15 h. Após esse intervalo de tempo, as pesagens passaram a ser a cada três horas até completar 24h. Posteriormente, os últimos pontos da curva de hidratação foram obtidos com 48 e 72 horas após a primeira pesagem. Utilizaram-se quatro repetições de 100 sementes por lote.

3.4.1.3. Percentagem e índice de velocidade de germinação

A percentagem de germinação foi realizado em gerbox, sobre papel mata-borrão, com uma folha de base, previamente umedecida com KNO₃ a

0,2%. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por lote, as quais foram em seguida distribuídas uniformemente no substrato, para evitar a contaminação por fungos e facilitar a contagem das mesmas.

O material experimental foi colocado para germinar em germinador marca De LEO, com temperatura variando entre 25° e 26°C. Tanto o substrato como as sementes foram submersas por cinco minutos numa solução de benlate a 0,2%. A contagem das sementes germinadas foi realizada diariamente até 14 dias após a semeadura e a metodologia utilizada é prescrita pela Regra de Análises de Sementes (BRASIL, 1992).

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi determinado simultaneamente com a percentagem de germinação, de acordo com a modificação da técnica sugerida por POPINIGIS (1985).

3.4.1.4. Teste de tetrazólio

Este teste teve como objetivo identificar os tecidos vivos no interior da semente, através de mudança de coloração dos tecidos, quando em presença de solução de sal de tetrazólio (cloreto de 2,3,5-trifenil tetrazólio). Para as gramíneas forrageiras observadas neste trabalho de pesquisa, a avaliação foi feita pela coloração de pelo menos 2/3 da radícula.

Este teste foi realizado com 50 sementes e quatro repetições por lote. Antes do preparo para avaliação foi feita a remoção das glumas para expor o embrião. Posteriormente, as sementes foram acondicionadas em rolo de papel "Germitest" umedecido com água destilada, durante 16 horas, à temperatura de 25° C. Após esse período de hidratação, as sementes foram perfuradas com estilete na região distal oposta ao embrião e imediatamente imersas em 20 ml de solução de tetrazólio, na concentração de 0,5%, e colocadas em estufa a 30° C durante quatro horas, para reação da solução. Após esse período, foram

colocadas novamente sobre papel umedecido com água destilada, onde permaneceram durante a interpretação do teste, de acordo com a metodologia descrita pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

3.4.1.5. Percentagem e índice de velocidade de emergência

A percentagem de emergência foi realizada em casa de vegetação em bandejas de plástico de 30cm x 30cm x15 cm, tendo como substrato areia lavada, textura uniforme e esterilizada em autoclave. Foram utilizadas quatro repetições de 100 sementes por lote, as quais foram previamente tratadas com benlate a 0,2%, durante cinco minutos. As sementes foram semeadas a profundidade de 0,5 cm. A avaliação da emergência ocorreu a partir do primeiro dia de germinação, até 14 dias após a semeadura. Utilizou-se como parâmetro para considerar-se plântulas emergidas aquelas que apresentavam 0,5 cm acima do solo (POPINIGIS, 1985).

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi realizado simultaneamente com a percentagem de emergência, com metodologia descrita por POPINIGIS (1985).

3.4.1.6. Condutividade elétrica

Para a determinação da condutividade elétrica foram utilizadas quatro repetições de 100 sementes de cada lote. Cada repetição foi pesada e, a seguir, colocada para embeber em beker de capacidade de 80 ml, contendo 50 ml de água deionizada em torno de 25°C, e nos períodos de 30 minutos, 3, 6, 12, 24 e 48 horas. Foram feitas as leituras da condutividade elétrica na solução de embebição, usando o condutivímetro DIGIMED, modelo CD 21. Os resultados foram expressos em microsiemens por centímetro por grama de sementes

($\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$ de sementes), conforme a metodologia descrita por ANDRADE et al. (1993).

3.4.2. Segunda Etapa

A segunda etapa da pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos da deficiência hídrica no comportamento fisiológico e as variações nos níveis de proteína bruta e açúcares solúveis totais nas gramíneas forrageiras *B. brizantha* e *B. humidicola*.

3.4.2.1. Curva de retenção de água no solo

A curva de retenção de água do solo utilizado na pesquisa, determinada no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental, possuía as seguintes características: peso saturado 36,3% de umidade, baixas pressões - 0,06 bar 28,3% de umidade, 0,1 bar 24,1% de umidade, capacidade de campo (0,3 bar) 20,5% de umidade e 1 bar 13,8% de umidade, e alta pressão (15 bar) 9,2% de umidade (Figura 1).

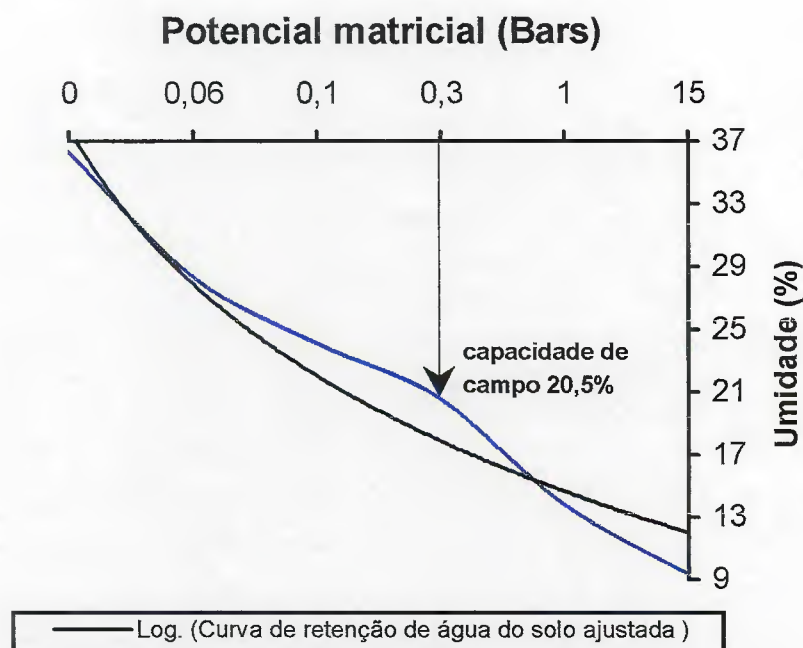


Figura 1. Curva de retenção de água do solo (umidade % - g.água/100g. de solo), Fazenda Bacaba, Aurora do Pará, PA. 1998.

3.4.2.2. Semeadura e adubação

Inicialmente, as gramíneas foram semeadas em bandejas de plástico de 30cm x 30cm x15 cm, tendo como substrato areia lavada e esterilizada em autoclave, sendo a *B. humidicola* colocada para germinar dois dias antes da *B. brizantha*, para melhor uniformidade do material experimental. As plântulas emergidas permaneceram por 14 dias na sementeira, onde após o aparecimento da terceira folha, três plantas por vaso foram transplantadas para vasos de plástico, de cor escura, com capacidade para oito litros. Cada vaso continha seis kg de solo seco ao ar, passado em peneira de 2 mm de malha. Os pesos de cada vaso plástico e o valor da umidade do solo remanescente foram calculados e, posteriormente, descontados no cálculo de água disponível em cada tratamento.

As gramíneas transplantadas permaneceram durante 21 dias, em capacidade de campo, antes da imposição dos regimes de umidade a partir dos 35 dias após a emergência das gramíneas. Nesse período, foi efetuado o desbaste para duas plantas, visando permitir melhor uniformidade do material experimental, sendo uma para avaliação do potencial hídrico foliar e a outra para as demais variáveis fisiológicas.

Antes do transplantio, o solo de cada vaso recebeu adubação com nitrogênio, potássio, enxofre, zinco, cobre, boro e molibdênio, na proporção de 50, 25, 10, 2, 1, 0,5 e 0,2 mg/kg, respectivamente (DIAS FILHO, 1995). Após o desbaste, quando as plantas estavam com o segundo perfilho, foi aplicado 300 mg/kg de nitrogênio (N) por vaso, na forma de uréia, em solução aquosa.

3.4.2.3. Nível de umidade do solo

O fator nível de umidade do solo, com o tratamento T1 - testemunha, com nível de umidade do solo na capacidade de campo; tratamento T2 - nível de estresse 1, com valor de umidade do solo 20% menor que a capacidade de campo, correspondendo a 16,4% de umidade; e tratamento T3 - nível de estresse 2, com valor de umidade do solo 40% menor que a capacidade de campo, correspondendo a 12,3% de umidade; foi mantido através de irrigação determinada pela pesagem individual dos vasos e a complementação dos pesos com água, duas vezes ao dia, durante todo o período experimental.

3.4.2.4. Comportamento estomático

A resistência estomática foi avaliada na parte central da folha, evitando-se o contato com a nervura central, em quatro folhas por tratamento aos 0, 7, 14 e 21 dias da imposição dos níveis de umidade (35, 42, 49 e 56 dias após a

emergência das gramíneas), através do curso diário da abertura estomática (s.cm^{-1}), com o uso de porômetro de difusão AP-4 (Delta T- Devices), nos seguintes horários de coletas de dados: 6:00h, 9:00h, 12:00h, 15:00h e 18:00h, em folhas maduras, intactas e totalmente expandidas.

3.4.2.5. Taxas de fotossíntese líquida e transpiração e temperatura foliar

As taxas de fotossíntese líquida e transpiração e a temperatura foliar foram observadas aos 0, 7, 14 e 21 dias da imposição dos níveis de umidade. As determinações das taxas fotossintéticas líquidas ($\mu\text{mol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e de transpiração ($\mu\text{g.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e a temperatura foliar ($^{\circ}\text{C}$) foram efetuadas com analisador a gás infravermelho (IRGA, LI-6200), na faixa de 12:00h, em uma folha (lâmina) madura, intacta e totalmente expandida, por planta, em cada vaso (quatro folhas/tratamento). As folhas e a posição consideradas para o monitoramento das taxas de fotossíntese líquida e de transpiração e temperatura foliar foram as mesmas da avaliação do comportamento estomático.

3.4.2.6. Potencial hídrico foliar

O potencial hídrico da folha (ψ_f), em Bars, foi determinado através de bomba de pressão de Scholander, nos horários de 6:00h, 9:00h, 12:00h, 15:00h e 18:00h, em uma folha (lâmina) madura, intacta e totalmente expandida, em duas plantas por tratamento. Os resultados foram expressos em Megapascal (MPa).

3.4.2.7. Variáveis Micrometeorológicas

Foram obtidos os dados de temperatura do ar (°C) da casa de vegetação, bem como a umidade relativa do ar (%), através do uso de Psicômetro digital modelo Testo 605. A radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{E.s}^{-1}\text{.m}^{-2}$) foi obtida utilizando-se o sensor quântico do porômetro de difusão AP-4 (Delta T-Devices), à altura do dossel das plantas, em cinco pontos distribuídos uniformemente em cada mesa dentro da casa de vegetação. As coletas de dados foram efetuadas nos horários de 6:00h, 9:00h, 12:00h, 15:00h e 18:00h, durante o período experimental.

3.4.2.8. Coleta de amostras da forragem

As plantas contidas em quatro vasos por nível de umidade (quatro repetições) foram cortadas rente ao solo para o fracionamento em folha (lâmina), colmo (bainha + caule) e material morto (material senescido), de acordo com o método de separação manual descrito por MINSON et al. (1976), sendo o material morto descartado. O material foi submetido à secagem a 70°C, em estufa de ventilação forçada de ar, por um período de 72 horas, sendo as folhas e o colmo triturados em moinho do tipo Willey, com peneira de malha fina, para posterior análise dos teores de proteína bruta e açúcares solúveis totais.

3.5. Análises Químicas

3.5.1. Determinação de Proteína bruta

As determinações dos teores de proteína bruta na folha e no colmo foram realizadas através do método Kjeldahl (ASSOCIATION ..., 1970), no Laboratório de Agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental.

3.5.2. Extração e Dosagem de Açúcares Solúveis Totais

A extração e dosagem de açúcares solúveis totais foram realizadas no Laboratório de Ecofisiologia da Embrapa Amazônia Oriental, utilizando-se o método colorimétrico (antrona) adaptado de YEMM & WILLIS (1954) e através dos valores da curva padrão de açúcares solúveis totais obteve-se a curva de regressão linear, para obtenção da fórmula para o cálculo das concentrações de açúcares solúveis totais nas amostras de folha e colmo das gramíneas estudadas (Tabela 2).

Tabela 2. Valores da curva padrão para determinação de açúcares solúveis totais nas gramíneas *B. brizantha* e *B. humidicola*.

µg Glicose	Absorbância 1	Absorbância 2	Média
10	0,206	0,179	0,1925
20	0,347	0,385	0,3660
40	0,689	0,663	0,6760
60	0,976	0,995	0,9855
80	1,392	1,326	1,3590

A Figura 2 ilustra a curva de regressão linear. Onde: y = absorbância da amostra; e x = quantidade de glicose da alíquota em mg.



Figura 2. Curva de regressão linear para o cálculo de açúcares solúveis totais em *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola*

3.6. Análise Estatística

Os tratamentos foram arranjados em delineamento fatorial misto 2 x 3 x 4 (espécie vs. nível de umidade do solo vs. época de avaliação). Foram considerados os seguintes fatores: 1 – Espécie de gramínea forrageira (*B. brizantha* e *B. humidicola*); 2 - Nível de umidade do solo (tratamento T1 - testemunha, com nível de umidade do solo na capacidade de campo; tratamento T2 - nível de estresse 1, com valor de umidade do solo 20% menor que a capacidade de campo; e tratamento T3 - nível de estresse 2, com valor de umidade do solo 40% menor que a capacidade de campo); 3 - Época de

avaliação - 0, 7, 14, 21 dias após a imposição do regime de umidade (35, 42, 49 e 56 dias após a emergência da planta).

Para análise dos dados obtidos foi utilizado o Sistema de Análise Estatística (SAS, 1996), de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = m + E_i + M_j + P_k + EM_{ij} + EP_{ik} + MP_{jk} + EMP_{ijk} + \epsilon_{ijkl}$$

onde: Y_{ijkl} = variável de resposta medida na espécie de gramínea “i”, nível de umidade do solo “j”, época de avaliação “k”; amostra l; m = média geral; E_i = efeito da espécie “i”; M_j = efeito do nível de umidade do solo “j”; P_k = efeito da época de avaliação “k”; EM_{ij} = efeito da interação espécie de gramínea x nível de umidade do solo; EP_{ik} = efeito da interação espécie de gramínea x época de avaliação; MP_{jk} = efeito da interação do nível de umidade do solo x época de avaliação; EMP_{ijk} = efeito da interação espécie de gramínea x nível de umidade do solo x época de avaliação; ϵ_{ijkl} = componente aleatório, devido à espécie de gramínea “i”, nível de umidade do solo “j”, época de avaliação “k” e amostra “l”.

3.6.1. Análises Univariadas

As variáveis de resposta (potencial hídrico foliar, taxa de fotossíntese líquida, taxa de transpiração, temperatura foliar, resistência estomática, teores de proteína bruta da folha e do colmo e níveis de açúcares solúveis totais da folha e do colmo) foram analisadas em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento, conforme o quadro de análise da variância apresentado abaixo (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de variância para o modelo matemático utilizado.

Fonte de variação	Grau de liberdade
Espécie de gramínea (E)	1
Nível de umidade do solo (NUS)	2
Época de avaliação (EA)	3
E x NUS	2
E x EA	3
NUS x EA	6
E x NUS x EA	6
Erro experimental (ϵ)	72
Total	95

Inicialmente, as variáveis de resposta foram testadas para distribuição normal e variâncias homogêneas. Posteriormente, os dados foram submetidos a análise descritiva, computando-se a média e o desvio padrão. A análise de variância foi realizada, de acordo com o modelo proposto, utilizando-se o método de mínimos quadrados. A significância dos efeitos estudados foi verificada pelo teste F. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey. Todos os testes foram realizados em nível de significância de 0,05 de probabilidade ($P < 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Determinação do Grau de umidade e Peso de 100 Sementes

Na Tabela 4 observam-se o grau médio de umidade e o peso de 100 sementes de *B. brizantha* e *B. humidicola*. O grau de umidade apresentou similaridade entre as sementes de *B. brizantha* e *B. humidicola*, apesar de *B. brizantha* possuir tamanhos e pesos superiores, esses resultados foram semelhantes aos obtidos por VIEIRA et al. (1998) quanto ao grau de umidade.

Em relação ao peso, a confiabilidade da maturidade de uma população de sementes puras é facilmente julgada pela média dos pesos de suas sementes, sendo esses valores em torno de 0,650 g/100 sementes para *B. brizantha* e cerca de 0,400 g/100 sementes para *B. humidicola*, conforme CIAT (1996). Os resultados encontrados nessa pesquisa confirmam a maturidade das sementes de ambas as espécies estudadas.

Com relação os pesos médios obtidos, verificou-se semelhança entre os mesmos para a *B. humidicola* e superioridade para a *B. brizantha*, quando comparados aos da gramínea forrageira *Andropogon gayanus* (CONDE & GARCIA, 1995). As determinações dos pesos médios das sementes são importantes, pois servem como comparação e referência para os cálculos da quantidade de sementes por quilograma e hectare que são as unidades mais utilizadas pelos agricultores (BRASIL, 1992).

Tabela 4. Grau de umidade (%) e peso de 100 sementes (g) de *B. brizantha* e *B. humidicola*. Média de oito repetições, Belém, Pará, 1998.

Espécie	Grau de umidade (%)	Peso de 100 sementes (g)
<i>B. brizantha</i>	11,67 a	0,836 a
<i>B. humidicola</i>	11,73 a	0,392 b

Comparação de médias, na vertical, significativas pelo Teste F ao nível de 0,05.

4.2. Curva de Hidratação

A Figura 3 ilustra o comportamento da hidratação das sementes de *B. brizantha* e *B. humidicola*. Nota-se que a *B. humidicola*, no início da curva, mostrou maior rapidez na absorção de água, obtendo também melhor resposta em taxa de hidratação, nas 72 horas observadas. Os maiores valores obtidos na *B. humidicola*, provavelmente foram devidos à maior permeabilidade do tegumento, de acordo com (MARCOS FILHO, 1986).

Comportamento semelhante foi relatado por SOUZA et al. (1996), estudando diferentes tamanhos de sementes de *Calopogonium mucunoides*, onde foi observado que os menores tamanhos de sementes alcançaram as maiores taxas de hidratação.

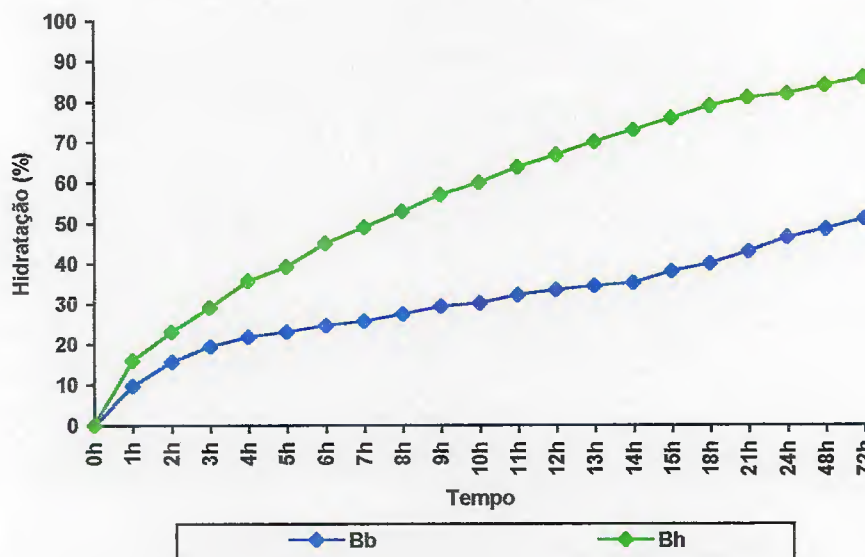


Figura 3. Curva de hidratação em sementes de *Brachiaria brizantha* (Bb) e *Brachiaria humidicola* (Bh).

As taxas de hidratação observadas nas sementes de *B. brizantha* e *B. humidicola*, demonstraram que a dormência das sementes foi liberada com o tempo de armazenamento, de acordo com os trabalhos de WHITEMAN & MENDRA (1982) e GONZÁLEZ et al.(1994), ambos em *Brachiaria decumbens*.

Esses valores de hidratação podem ter sido devidos às características inerentes de cada espécie ou a menor superfície de contato com a água que pode facilitar a hidratação, pois a dormência de sementes é comum em muitas gramíneas forrageiras, podendo constituir-se em um mecanismo de dispersão ou de proteção contra germinação em condições desfavoráveis, conforme (VIEIRA et al., 1998).

4.3. Percentagem e Índice de Velocidade de Germinação

Na Tabela 5 observam-se os resultados de percentagem de germinação e índice de velocidade de germinação. As sementes de *B. brizantha* apresentaram percentagem de germinação superior a *B. humidicola*, entretanto esses valores de germinação encontram-se, para ambas as espécies estudadas, abaixo dos indicados nas embalagens da empresa que comercializou as sementes utilizadas na pesquisa, de acordo com os Boletins de Análises n^{os} 153 e 718 de 1997, que foram de 80% para *B. brizantha* e 49,0% para *B. humidicola*. Essa redução na percentagem de germinação diferiu dos relatos de RIVERO & ESPINOZA (1988) e VOLL et al. (1997) que observaram aumento na percentagem de germinação, em função do aumento da idade de armazenamento pós-colheita, possivelmente devido as diferenças entre as condições ambientes estudadas.

O resultado do índice de velocidade de germinação (IVG), apesar de ser determinado em condições ideais, apresentou diferenças significativas no vigor

das sementes, mostrando que dentre as espécies forrageiras estudadas, as sementes de *B. brizantha* são mais vigorosas.

Por outro lado, os resultados de percentagem de germinação, obtidos para a *B. brizantha*, foram inferiores aos relatados por VIEIRA et al. (1998), entretanto suplantaram os encontrados por CARNEIRO (1994b), ambos estudando a mesma espécie de gramínea forrageira, sob temperatura de 25°C. No entanto, esses autores citam que a melhor temperatura para a germinação da *B. brizantha* foi de 30° C. Os períodos iniciais de germinação de 48h, na *B. brizantha*, e de 96h, na *B. humidicola*, foram menores do que os encontrados por CARNEIRO (1994a), em sementes de *B. brizantha*. Essas diferenças encontradas na percentagem e índice de velocidade de germinação, além de inerentes a cada espécie, podem estar relacionadas com os gradientes de umidade e temperatura comumente encontrados nos germinadores, de acordo com os relatos de VIEIRA & CARVALHO (1994). Os mesmos valores de percentagem e índice de velocidade de germinação encontrados nesta pesquisa para a *B. humidicola* foram inferiores aos indicados por RODRIGUES et al. (1986).

Tabela 5. Percentagem e índice de velocidade de germinação em sementes de *B. brizantha* e *B. humidicola*.

Espécie	Percentagem de germinação	Índice de velocidade de germinação
<i>B. brizantha</i>	67,21 a	3,95 a
<i>B. humidicola</i>	32,95 b	2,12 b

Comparação de médias, na vertical, significativas pelo Teste F ao nível de 0,05.

4.4. Viabilidade Avaliada pelo Teste de Tetrazólio

A Figura 4 ilustra os resultados do teste de tetrazólio em sementes das gramíneas forrageiras estudadas, revelando que houve diferença entre as percentagens de sementes viáveis de *B. brizantha* e *B. humidicola* (60% vs. 31%). Esses valores obtidos na pesquisa correlacionaram-se positivamente com

o teste de germinação, confirmando a maior viabilidade de *B. brizantha*. Entretanto, esse teste, quando utilizado com o gênero *Brachiaria*, principalmente *B. brizantha*, tem sido executado sob grandes variações de condições de preparo e coloração das sementes, o que dificulta a indicação de condições ideais para uma adequada avaliação, segundo (POLETTI, 1997; NOVENBRE, 1999).

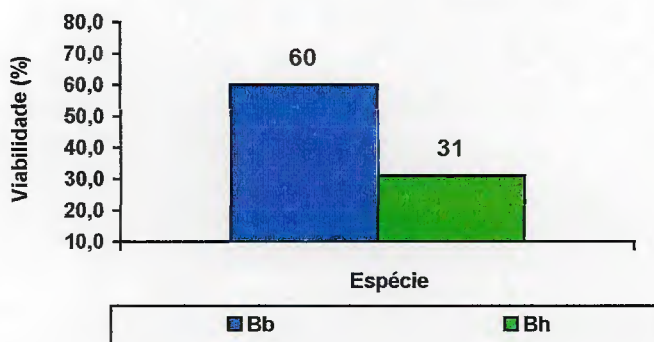


Figura 4. Viabilidade avaliada pelo teste de tetrazólio em sementes de *Brachiaria brizantha* (Bb) e *Brachiaria humidicola* (Bh).

4.5. Percentagem e Índice de Velocidade de Emergência

Na Tabela 6 notam-se diferenças nos dados de percentagem de emergência, de 65,50% e 30,70%, e no índice de velocidade de emergência, 3,42 e 1,53, entre as sementes de *B. brizantha* e *B. humidicola*, respectivamente.

Os maiores valores de vigor observados em sementes de *B. brizantha*, são fundamentais na implantação de pastagens cultivadas, resultados semelhantes foram relatados por GARCIA & CÍCERO (1992). No entanto TEIXEIRA (1993) menciona também que o uso de sementes de gramíneas forrageiras de boa qualidade, podem melhorar a cobertura do solo e a qualidade da forragem.

Os valores de índice de velocidade de emergência obtidos neste trabalho foram superiores aos encontrados por CASTRO et al. (1994), quando trabalhando com a gramínea forrageira *B. decumbens*.

Tabela 6. Percentagem e índice de velocidade de emergência de sementes de *B. brizantha* e *B. humidicola*.

Espécie	Percentagem de emergência	Índice de velocidade de emergência
<i>B. brizantha</i>	65,50 a	3,42 a
<i>B. humidicola</i>	30,70 b	1,53 b

Comparação de médias, na vertical, significativas pelo Teste F ao nível de 0,05.

4.6. Condutividade Elétrica

A Figura 5 mostra a condutividade elétrica das sementes das gramíneas estudadas, no período de 48 horas. Esses resultados mostraram que sementes de *B. brizantha* apresentaram menor lixiviação de solutos durante todo o tempo de embebição, quando comparados com a *B. humidicola*.

A condutividade elétrica foi utilizada para avaliar o vigor das sementes em função da quantidade de lixiviados presente na solução. As sementes de *B. humidicola*, liberaram altas concentrações de eletrólitos na solução, provavelmente porque possuíam maior número de sementes com membranas mal estruturadas e células danificadas, estando portanto, em processo de deterioração, sendo consideradas como sementes de baixo vigor, conforme demonstraram (VIEIRA & CARVALHO, 1994).

Entretanto quando comparadas com a condutividade elétrica avaliada em *B. decumbens* por CASTRO et al. (1994), ambas as sementes das espécies estudadas mostraram-se mais vigorosas. Contudo, a temperatura ambiente e a velocidade de embebição podem ter influenciado na lixiviação de eletrólitos do interior das células para o meio externo (LEOPOLD, 1980; MURPHY & NOLAND, 1982).

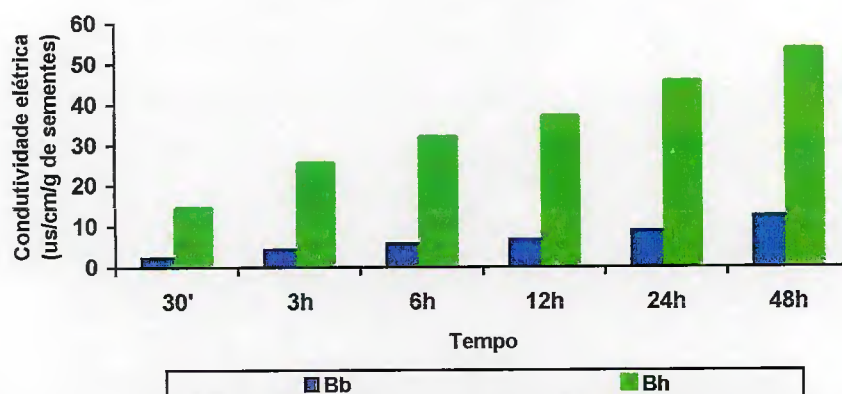


Figura 5. Lixiviação de solutos em sementes de *Brachiaria brizantha* (Bb) e *Brachiaria humidicola* (Bh).

4.7. Variáveis Micrometeorológicas

Na Tabela 7 encontram-se os valores médios de umidade relativa do ar (%), temperatura média do ar (°C) e radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$), durante o período experimental, dentro da casa de vegetação.

Tabela 7. Valores médios de umidade relativa do ar (%), temperatura média do ar (°C) e radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$), nas diferentes épocas de avaliação de dezembro/98 a janeiro/99.

Variável	Época de avaliação	Horário (h)				
		6	9	12	15	18
Umidade relativa do ar	0	99,1	73,5	61,3	74,3	90,1
	7	98,0	70,8	50,3	65,8	86,9
	14	98,3	80,5	60,1	71,9	83,3
	21	99,5	71,2	61,9*	80,2	95,1
Temperatura média do ar	0	25,2	30,5	34,3	30,6	26,0
	7	24,9	30,8	34,0	31,3	28,2
	14	23,0	28,5	33,7	30,7	29,1
	21	22,9	30,1	33,0*	28,5	26,1
Radiação Fotossinteticamente Ativa	0	10	630	1980	1545	25
	7	15	1020	2160	1830	50
	14	10	990	1630	1915	55
	21	5	1390	480*	1860	45

* Ocorrência de chuva

O estresse hídrico foi acentuado pelos efeitos climáticos, dentre os quais se destacaram as elevadas temperaturas ambiente e baixos valores de umidade relativa do ar, principalmente no intervalo de 9:00h às 15:00h, durante o período experimental. DURSA et al. (1993) observaram a interação de estresse hídrico e diferentes temperaturas no crescimento de leguminosas forrageiras, constatando que a deficiência hídrica não foi significativa na redução do crescimento, exceto nos tratamentos onde as temperaturas foram elevadas.

Como a grande maioria das nossas gramíneas forrageiras são de origem africana ou asiática, há necessidade de regionalização, em função das características térmicas e hídricas, para encontrar espécies mais adaptadas às condições ecológicas locais, conforme PEDRO JR. (1990), pois a ocorrência de ciclos estacionais de produção, interferem no valor nutritivo das gramíneas forrageiras, de acordo com as pesquisas de (AREGHEORE, 1993; CAMARÃO & MARQUES, 1995).

4.8. Potencial Hídrico Foliar

A análise de variância, com seus respectivos quadrados médios e significâncias do potencial hídrico foliar, em todos os horários avaliados, nas gramíneas *B. brizantha* e *B. humidicola* (Anexos 1 a 10), permite observar que houve diferenças entre espécie, nível de umidade, época de avaliação, nas interações espécie vs. nível de umidade, espécie vs. época de avaliação, nível de umidade vs. época de avaliação, e entre espécie vs. nível de umidade vs. época de avaliação. Na Tabela 8 encontram-se as médias de potencial hídrico foliar, das gramíneas estudadas, nas interações espécie vs. nível de umidade vs. época de avaliação, nos horários de 6, 9, 12, 15 e 18 horas e em diferentes épocas de avaliação.

Tabela 8. Potencial hídrico foliar (-MPa) em *B. brizantha* e *B. humidicola*, submetidas a diferentes níveis de umidade do solo, nos horários de 6 (base), 9, 12, 15 e 18 horas e quatro épocas de avaliação.

Espécie	Nível de umidade	06 Horas (Base)					09 Horas					12 Horas				
		Época de Avaliação (dias)					Época de Avaliação (dias)					Época de Avaliação (dias)				
		0	7	14	21	0	7	14	21	0	7	14	21			
<i>B. brizantha</i>	T1	0,25 bA1 (0,07)	0,35 aB1 (0,07)	0,36 aC1 (0,01)	0,39 aC1 (0,14)	0,64 bA1 (0,15)	0,88 aC1 (0,28)	0,74 bC1 (0,28)	0,83 abC1 (0,14)	1,34 aA1 (0,35)	1,12 bC1 (0,07)	1,06 bC1 (0,12)	1,04 bC1 (0,26)			
		0,23 bA1 (0,21)	0,45 aB1 (0,29)	0,47 aB1 (0,28)	0,55 aB2 (0,28)	0,64 cA1 (0,22)	1,15 aB1 (0,35)	0,97 bB1 (0,33)	1,18 aB2 (0,28)	1,35 cA1 (0,28)	1,54 bB1 (0,21)	1,44 bcB1 (0,14)	1,67 aB2 (0,28)			
		0,23 cA1 (0,07)	0,64 bA1 (0,14)	0,69 bA1 (0,01)	0,92 aA (0,24)	0,66 cA1 (0,14)	1,35 aA1 (0,35)	1,22 bA1 (0,14)	1,37 aA (0,46)	1,37 cA1 (0,07)	1,82 bA1 (0,07)	1,78 bA2 (0,42)	2,04 aA (0,49)			
	T2	0,25 bA1 (0,01)	0,36 aB1 (0,14)	0,32 abC1 (0,18)	0,38 aB1 (0,14)	0,55 cA1 (0,14)	0,88 aC1 (0,03)	0,75 bC1 (0,23)	0,81 abB1 (0,14)	1,14 aA2 (0,39)	1,11 aC1 (0,14)	0,99 aC1 (0,26)	1,01 aB1 (0,21)			
		0,27 cA1 (0,07)	0,45 bB1 (0,01)	0,51 bB1 (0,21)	0,90 aA1 (0,14)	0,55 cA1 (0,21)	1,05 bB1 (0,22)	0,98 bB1 (0,21)	1,39 aA1 (0,20)	1,11 cA2 (0,37)	1,51 bB1 (0,07)	1,38 bB1 (0,20)	2,06 aA1 (0,28)			
		0,26 cA1 (0,01)	0,65 bA1 (0,22)	0,75 aA1 (0,28)	-	0,55 bA1 (0,15)	1,29 aA1 (0,28)	1,25 aA1 (0,06)	-	1,14 cA2 (0,35)	1,71 bA1 (0,01)	1,92 aA1 (0,28)	-			
	T3	0,25 bA1 (0,01)	0,36 aB1 (0,14)	0,32 abC1 (0,18)	0,38 aB1 (0,14)	0,55 cA1 (0,14)	0,88 aC1 (0,03)	0,75 bC1 (0,23)	0,81 abB1 (0,14)	1,14 aA2 (0,39)	1,11 aC1 (0,14)	0,99 aC1 (0,26)	1,01 aB1 (0,21)			
		0,27 cA1 (0,07)	0,45 bB1 (0,01)	0,51 bB1 (0,21)	0,90 aA1 (0,14)	0,55 cA1 (0,21)	1,05 bB1 (0,22)	0,98 bB1 (0,21)	1,39 aA1 (0,20)	1,11 cA2 (0,37)	1,51 bB1 (0,07)	1,38 bB1 (0,20)	2,06 aA1 (0,28)			
		0,26 cA1 (0,01)	0,65 bA1 (0,22)	0,75 aA1 (0,28)	-	0,55 bA1 (0,15)	1,29 aA1 (0,28)	1,25 aA1 (0,06)	-	1,14 cA2 (0,35)	1,71 bA1 (0,01)	1,92 aA1 (0,28)	-			
<i>B. humidicola</i>	T1	0,25 bA1 (0,07)	0,36 aB1 (0,14)	0,32 abC1 (0,18)	0,38 aB1 (0,14)	0,55 cA1 (0,14)	0,88 aC1 (0,03)	0,75 bC1 (0,23)	0,81 abB1 (0,14)	1,14 aA2 (0,39)	1,11 aC1 (0,14)	0,99 aC1 (0,26)	1,01 aB1 (0,21)			
		0,27 cA1 (0,07)	0,45 bB1 (0,01)	0,51 bB1 (0,21)	0,90 aA1 (0,14)	0,55 cA1 (0,21)	1,05 bB1 (0,22)	0,98 bB1 (0,21)	1,39 aA1 (0,20)	1,11 cA2 (0,37)	1,51 bB1 (0,07)	1,38 bB1 (0,20)	2,06 aA1 (0,28)			
		0,26 cA1 (0,01)	0,65 bA1 (0,22)	0,75 aA1 (0,28)	-	0,55 bA1 (0,15)	1,29 aA1 (0,28)	1,25 aA1 (0,06)	-	1,14 cA2 (0,35)	1,71 bA1 (0,01)	1,92 aA1 (0,28)	-			
	T2	0,25 bA1 (0,01)	0,36 aB1 (0,14)	0,32 abC1 (0,18)	0,38 aB1 (0,14)	0,55 cA1 (0,14)	0,88 aC1 (0,03)	0,75 bC1 (0,23)	0,81 abB1 (0,14)	1,14 aA2 (0,39)	1,11 aC1 (0,14)	0,99 aC1 (0,26)	1,01 aB1 (0,21)			
		0,27 cA1 (0,07)	0,45 bB1 (0,01)	0,51 bB1 (0,21)	0,90 aA1 (0,14)	0,55 cA1 (0,21)	1,05 bB1 (0,22)	0,98 bB1 (0,21)	1,39 aA1 (0,20)	1,11 cA2 (0,37)	1,51 bB1 (0,07)	1,38 bB1 (0,20)	2,06 aA1 (0,28)			
		0,26 cA1 (0,01)	0,65 bA1 (0,22)	0,75 aA1 (0,28)	-	0,55 bA1 (0,15)	1,29 aA1 (0,28)	1,25 aA1 (0,06)	-	1,14 cA2 (0,35)	1,71 bA1 (0,01)	1,92 aA1 (0,28)	-			
	T3	0,25 bA1 (0,01)	0,36 aB1 (0,14)	0,32 abC1 (0,18)	0,38 aB1 (0,14)	0,55 cA1 (0,14)	0,88 aC1 (0,03)	0,75 bC1 (0,23)	0,81 abB1 (0,14)	1,14 aA2 (0,39)	1,11 aC1 (0,14)	0,99 aC1 (0,26)	1,01 aB1 (0,21)			
		0,27 cA1 (0,07)	0,45 bB1 (0,01)	0,51 bB1 (0,21)	0,90 aA1 (0,14)	0,55 cA1 (0,21)	1,05 bB1 (0,22)	0,98 bB1 (0,21)	1,39 aA1 (0,20)	1,11 cA2 (0,37)	1,51 bB1 (0,07)	1,38 bB1 (0,20)	2,06 aA1 (0,28)			
		0,26 cA1 (0,01)	0,65 bA1 (0,22)	0,75 aA1 (0,28)	-	0,55 bA1 (0,15)	1,29 aA1 (0,28)	1,25 aA1 (0,06)	-	1,14 cA2 (0,35)	1,71 bA1 (0,01)	1,92 aA1 (0,28)	-			
<i>B. brizantha</i>	T1	1,14 cA1 (0,28)	1,43 abC1 (0,14)	1,31 bC1 (0,14)	1,47 aC1 (0,07)	0,73 bA1 (0,01)	0,74 bC1 (0,27)	0,71 bC1 (0,08)	0,89 aC1 (0,28)	0,73 bA1 (0,01)	0,74 bC1 (0,27)	0,71 bC1 (0,08)	0,89 aC1 (0,28)			
		1,13 cA1 (0,01)	1,95 bB1 (0,36)	1,82 bB1 (0,35)	2,14 aB2 (0,42)	0,72 cA1 (0,07)	1,00 bB1 (0,28)	1,06 bB1 (0,07)	1,35 aB2 (0,28)	0,72 cA1 (0,07)	1,00 bB1 (0,28)	1,06 bB1 (0,07)	1,35 aB2 (0,28)			
		1,14 cA1 (0,07)	2,13 bA1 (0,01)	2,18 bA1 (0,07)	2,32 aA (0,21)	0,75 cA1 (0,14)	1,24 bA1 (0,49)	1,50 aA1 (0,28)	1,60 aA (0,14)	0,75 cA1 (0,14)	1,24 bA1 (0,49)	1,50 aA1 (0,28)	1,60 aA (0,14)			
	T2	0,91 bA2 (0,22)	1,40 aB1 (0,28)	1,34 aC1 (0,14)	1,41 aB1 (0,14)	0,51 bA2 (0,14)	0,81 aB1 (0,22)	0,80 aC1 (0,28)	0,90 aB1 (0,28)	0,51 bA2 (0,14)	0,81 aB1 (0,22)	0,80 aC1 (0,28)	0,90 aB1 (0,28)			
		0,90 cA2 (0,01)	1,92 bA1 (0,28)	1,88 bB1 (0,28)	2,35 aA1 (0,10)	0,52 dA2 (0,14)	0,82 cB2 (0,11)	1,07 bB1 (0,09)	1,60 aA1 (0,14)	0,52 cA2 (0,35)	0,82 cB2 (0,09)	1,07 bB1 (0,09)	1,60 aA1 (0,14)			
		0,90 bA2 (0,22)	2,02 aA1 (0,35)	2,15 aA2 (0,01)	-	0,52 cA2 (0,35)	1,24 bA1 (0,09)	1,47 aA1 (0,28)	-	0,52 cA2 (0,35)	1,24 bA1 (0,09)	1,47 aA1 (0,28)	-			
	T3	0,91 bA2 (0,22)	1,40 aB1 (0,28)	1,34 aC1 (0,14)	1,41 aB1 (0,14)	0,51 bA2 (0,14)	0,81 aB1 (0,22)	0,80 aC1 (0,28)	0,90 aB1 (0,28)	0,51 bA2 (0,14)	0,81 aB1 (0,22)	0,80 aC1 (0,28)	0,90 aB1 (0,28)			
		0,90 cA2 (0,01)	1,92 bA1 (0,28)	1,88 bB1 (0,28)	2,35 aA1 (0,10)	0,52 dA2 (0,14)	0,82 cB2 (0,11)	1,07 bB1 (0,09)	1,60 aA1 (0,14)	0,52 cA2 (0,35)	0,82 cB2 (0,09)	1,07 bB1 (0,09)	1,60 aA1 (0,14)			
		0,90 bA2 (0,22)	2,02 aA1 (0,35)	2,15 aA2 (0,01)	-	0,52 cA2 (0,35)	1,24 bA1 (0,09)	1,47 aA1 (0,28)	-	0,52 cA2 (0,35)	1,24 bA1 (0,09)	1,47 aA1 (0,28)	-			

Médias de potencial hídrico foliar, por horário, seguidas da mesma letra minúscula na horizontal (época de avaliação), maiúscula na vertical (nível de umidade) e mesmo número na vertical (entre espécie, mesmo nível de umidade e época de avaliação) não diferem entre si. Tukey (P<0,05).

O potencial hídrico foliar de base na *B. brizantha* nos níveis de umidade T1 e T2 apresentou diferenças significativas entre o tempo zero e as outras épocas de avaliação, as quais não diferiram entre si. Entretanto no T3, o comportamento do potencial hídrico foliar foi diferente, diminuindo com o aumento da época de avaliação.

Em *B. humidicola* esses efeitos foram mais acentuados, encontrando-se diferenças em todo o período experimental, exceto no T1. Na última época de avaliação, aos 21 dias, o estresse hídrico mais severo (T3) causou a morte da *B. humidicola*. Não houve diferenças entre os potenciais hídricos das gramíneas *B. brizantha* e *B. humidicola*, no tempo de avaliação zero, em todos os níveis de umidade do solo. Aos sete dias de avaliação, em ambas as espécies, o T3 diferiu dos demais tratamentos. Nas avaliações finais, aos 14 e 21 dias, todos os tratamentos foram diferentes, nas duas espécies estudadas. Entre espécies, apenas o potencial hídrico das folhas observado aos 21 dias foi diferente no T2, com menor valor para *B. humidicola*.

No horário de 9:00h, o comportamento do potencial hídrico da *B. brizantha* foi semelhante, nos três níveis de umidade, apresentando menores potenciais hídricos foliares aos 7 e 21 dias de avaliação. Na *B. humidicola*, observa-se a mesma similaridade, ocorrendo diminuição do potencial hídrico das folhas, com o avanço da época de avaliação. A partir do sétimo dia foram encontradas diferenças entre os potenciais hídricos das gramíneas *B. brizantha* e *B. humidicola*, em todos os níveis de umidade do solo. Entre espécies, somente o potencial hídrico das folhas aos 21 dias foi diferente no nível de umidade T2, com menores valores para *B. humidicola*.

As 12:00h observou-se que o potencial hídrico foliar na *B. brizantha*, no nível de umidade T1, foi diferente entre o tempo zero e as outras épocas de avaliação, as quais foram semelhantes entre si, enquanto que nos níveis de umidade T2 e T3, observou-se comportamento semelhante nas diferentes épocas

de avaliação. Na *B. humidicola* os efeitos no potencial hídrico foliar foram semelhantes no regime de umidade T1, em todo o período experimental, entretanto nos níveis de menor disponibilidade hídrica T2 e T3, os valores do ψ_f reduziram-se com o avanço da época de avaliação.

A partir do sétimo dia foram encontradas diferenças entre os potenciais hídricos das gramíneas *B. brizantha* e *B. humidicola*, em todos os níveis de umidade do solo. Entre espécies, os potenciais hídricos das folhas foram diferentes na primeira época de avaliação em todos os regimes de disponibilidade hídrica, aos 14 dias apenas no T3 e aos 21 dias no T2.

No horário de 15:00h, os potenciais hídricos foliares na *B. brizantha* e *B. humidicola*, nos níveis de umidade T1, T2 e T3, tiveram comportamento similar nas diferentes épocas de avaliação, apresentando reduções significativas do ψ_f com o aumento do período de estresse hídrico. Na comparação entre os níveis de umidade, a partir do sétimo dia foram encontradas diferenças entre os potenciais hídricos das gramíneas estudadas, exceto entre os níveis de umidade T2 e T3 da *B. humidicola*, na segunda época de avaliação. Entre espécies, os potenciais hídricos foliares tiveram o mesmo comportamento observados às 12:00.

As 18:00h, os potenciais hídricos foliares na *B. brizantha* e *B. humidicola*, em todos os níveis de umidade, tiveram comportamentos semelhantes nas diferentes épocas de avaliação, apresentando diminuição significativa no ψ_f com o prolongamento do déficit hídrico.

Houve similaridades entre os potenciais hídricos foliares, na primeira época de avaliação, nas duas espécies forrageiras e nos três níveis de umidade. Aos sete dias de imposição do estresse, observou-se diferenças entre os tratamentos, nas gramíneas estudadas. A partir do décimo quarto dia, foram observadas diferenças entre os potenciais hídricos das forrageiras, em todos os níveis de umidade do solo. Entre espécies, os potenciais hídricos das folhas apresentaram diferenças na primeira avaliação em todos os regimes hídricos e

no T2, na segunda e quarta avaliações, com a *B. brizantha* atingindo os maiores potenciais hídricos foliares.

As diferenças no potencial hídrico das folhas entre as espécies refletiram o estado hídrico das gramíneas avaliadas, onde os regimes com menor disponibilidade hídrica alcançaram os menores potenciais hídricos foliares observados nesta pesquisa, que foram de -2,32 a -2,35 MPa, para *B. brizantha* e *B. humidicola*, respectivamente. Esses valores se assemelham aos observados por BARKER et al. (1993).

Na última época de avaliação, aos 21 dias, o estresse hídrico mais severo (T3) causou a morte da *B. humidicola*, possivelmente devido ao menor vigor apresentado pelas sementes dessa espécie. THOMAS & GROF 1986⁴, citados pelo CIAT, (1996) e ISHIDA et al. (1997) também relataram a maior tolerância à seca da *B. brizantha* em relação a *B. humidicola*.

Houve redução do potencial hídrico foliar das gramíneas com o prolongamento do tempo de estresse, de modo semelhante ao observado por TEIXEIRA et al. (1983). Os efeitos causados pelo estresse hídrico nesta pesquisa podem estar subestimados, se for considerado que em ecossistemas de pastagens, além das condições de ambiente potencialmente adversas, há o efeito do animal sobre as gramíneas, conforme (RODRIGUES & RODRIGUES, 1987). Assim, a gramínea cortada ou pastejada, além desses processos fisiológicos, necessita de um sistema de manejo adequado, caso contrário terá pequena capacidade de recuperação, segundo (DIAS FILHO et al., 1989).

4.9. Taxa de Fotossíntese Líquida

A análise de variância, com seus respectivos quadrados médios e significâncias da taxa fotossintética líquida de *B. brizantha* e *B. humidicola* (Anexos 11 e 12), permite observar diferenças entre espécie, nível de umidade e

4. THOMAS, D., GROF, B. Some pasture species for tropical savannas of South America. III. *Andropogon gayanus*, *Brachiaria spp.* and *Panicum maximum*. *Herbarium Abstract*. v. 56, p.557-67, 1986.

época de avaliação, e nas interações espécie vs. nível de umidade e nível de umidade vs. época de avaliação.

Na Tabela 9 estão contidas as médias das taxas de fotossíntese líquida na interação espécie vs. nível de umidade, em *B. brizantha* e *B. humidicola*. Observa-se que as médias de taxa fotossintética líquida foram mais elevadas no nível de umidade de capacidade de campo (T1), em ambas as espécies forrageiras. A *B. brizantha* apresentou valores de taxa fotossintética líquida mais elevadas, cerca de 30%, no nível de menor disponibilidade hídrica (T3), quando comparada com *B. humidicola*, mostrando com isso melhor desempenho sob condições de estresse hídrico, provavelmente por apresentar menores decréscimos no ψ_f e menor resistência difusiva.

Tabela 9. Interação entre espécie x nível de umidade nas taxas de fotossíntese líquida ($\mu\text{molCO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) de *B. brizantha* e *B. humidicola* e seus respectivos desvios padrões.

Espécie	Nível de umidade		
	T1	T2	T3
<i>B. brizantha</i>	31,99(3,28) aA	21,21(4,64) bA	17,95(5,74) bA
<i>B. humidicola</i>	30,82(1,89) aA	17,45(5,32) bA	12,56(4,34) cB

Médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical não diferem entre si. Tukey ($P < 0,05$).

Na Tabela 10 observam-se as médias de fotossíntese na interação nível de umidade vs. época de avaliação, em *B. brizantha* e *B. humidicola*. Na capacidade de campo (T1), a taxa fotossintética líquida não diferiu nas diferentes épocas de avaliação. Entretanto, esses valores nos outros níveis de disponibilidade hídrica sofreram reduções a partir do sétimo dia de avaliação. As médias de fotossíntese foram semelhantes entre os níveis de umidade, no início do período experimental e após o sétimo dia de imposição do regime hídrico, as taxas de fotossíntese do T1 suplantaram os outros tratamentos.

A Figura 6 (A e B) ilustra o comportamento da taxa fotossintética líquida das gramíneas estudadas, às 12:00h, nas diferentes épocas de avaliação.

Tabela 10. Interação entre nível de umidade vs. época de avaliação na fotossíntese ($\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) de *B. brizantha* e *B. humidicola* e seus respectivos desvios padrões.

Nível de umidade	Época de avaliação (dia)			
	0	7	14	21
T1	32,34 aA (3,13)	32,21 aA (3,42)	31,30 aA (1,87)	29,79 aA (1,63)
T2	31,99 aA (1,68)	18,80 bB (1,87)	13,56 cB (1,90)	10,98 cB (3,88)
T3	32,89 aA (2,90)	15,72 bB (1,85)	8,93 cC (3,00)	7,87 cB (0,75)

Médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical não diferem entre si. Tukey ($P < 0,05$).

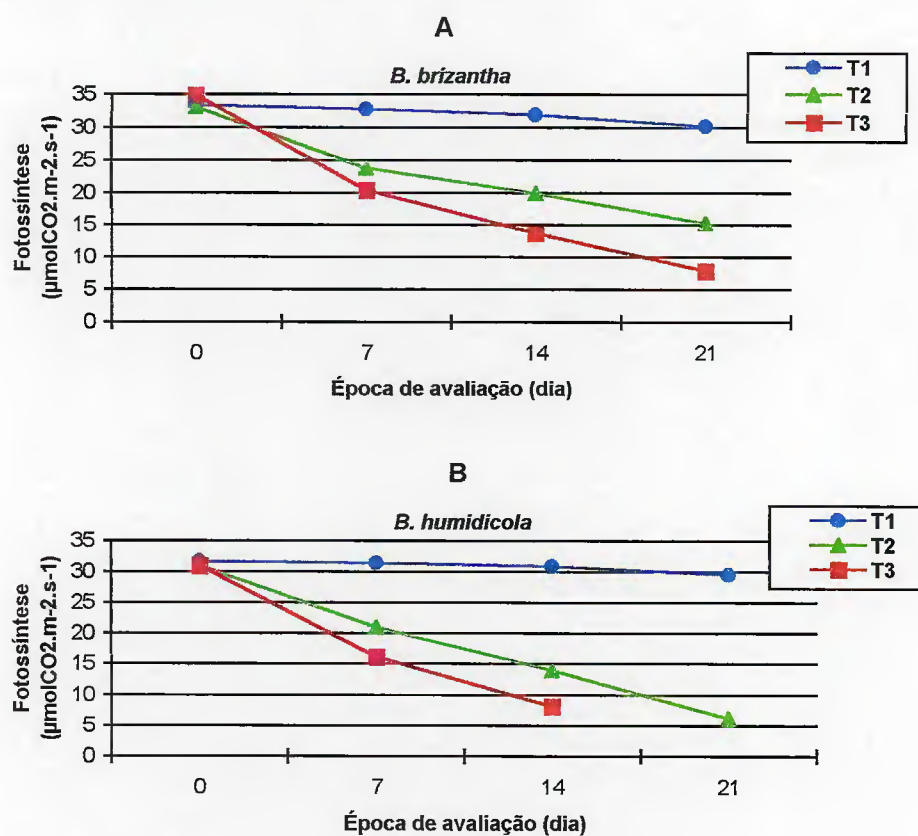


Figura 6. Taxa fotossintética líquida em *Brachiaria brizantha* (A) e *Brachiaria humidicola* (B), às 12:00h, nas diferentes épocas de avaliação.

Os resultados encontrados na variável taxa de fotossíntese líquida, indicaram interações significativas entre espécie e nível de umidade, diferentemente do que observaram TRLICA & KINYAMARIO (1993) em seu trabalho de pesquisa com *Panicum maximum* e *Themeda triandra*.

A redução acentuada nas taxas de fotossíntese líquida na segunda e terceira épocas de avaliação, nos níveis de menor disponibilidade hídrica, esteve associada ao aumento da resistência estomática das gramíneas e conseqüente elevação da temperatura foliar. A *B. brizantha* exibiu as maiores taxas fotossintéticas, provavelmente por manter taxas de transpiração mais elevadas, sob condições de deficiência hídrica.

Os valores médios das taxas de fotossíntese observados nas gramíneas estudadas, nos tratamentos sem deficiência hídrica, são superiores aos encontrados por (LUDLOW & WILSON 1971; citados por CIAT, 1996) em *Brachiaria ruziziensis*. Nos regimes de menor disponibilidade hídrica ocorreram reduções na área fotossintética e na taxa de fotossíntese líquida, possivelmente devido as folhas novas terem se desenvolvido mais lentamente e as folhas mais velhas senescerem mais rapidamente sob estresse hídrico, essa constatação visual também foi mencionada por FERREIRA et al. (1997) em genótipos de milho submetidos a deficiência hídrica.

Foram verificados declínios nas taxas fotossintéticas líquidas com sete dias de déficit hídrico no solo, quando os ψ_f variaram de -1,1 a -1,5 MPa, em *B. humidicola* e *B. brizantha*, respectivamente. No entanto, quando esses valores atingiram a faixa entre -1,6 a -2,3 MPa, as taxas fotossintéticas nos tratamentos submetidos a deficiência hídrica (T2 e T3) tiveram reduções acentuadas, resultados semelhantes foram observados por WENG (1993) trabalhando em casa de vegetação com gramíneas provenientes de regiões com diferentes disponibilidades hídricas.

O potencial hídrico foliar de base esteve abaixo de -0,5 MPa aos 14 dias, para *B. humidicola*, e 21 dias para *B. brizantha*. Os tratamentos que possuíam ψ_f acima daquele valor tiveram decréscimos acentuados na sua taxa fotossintética, de forma semelhante ao observado por KATERJI & BETHENOD (1997) na cultura do milho, caracterizando que a redução das reservas hídricas do solo provocou o fechamento estomático, o qual foi acompanhado por uma redução da fotossíntese, quando o potencial hídrico foliar de base encontrava-se a -0,5 MPa.

O prolongamento do déficit hídrico reduziu a taxa fotossintética líquida das folhas das forrageiras avaliadas, possivelmente porque pode ter ocorrido desidratações do protoplasma celular, provocando reduções no crescimento celular das gramíneas, pois pequenos decréscimos no potencial hídrico das células reduzem o crescimento celular, a síntese de parede celular e a síntese de proteínas nas plantas, de acordo com (LEVITT, 1980). A deficiência hídrica pode também ter influenciado o crescimento e o número de estômatos nas gramíneas estudadas, DOMINGUES et al. (1995) verificaram esse efeito em cevada sob condições de estresse hídrico.

4.10. Taxa de Transpiração

A análise de variância, com seus respectivos quadrados médios e significâncias da taxa de transpiração da *B. brizantha* e *B. humidicola* (Anexos 13 e 14), permitiu observar diferenças significativas entre nível de umidade, época de avaliação, e nas interações espécie vs. nível de umidade, espécie vs. época de avaliação e nível de umidade vs. época de avaliação, e entre espécie vs. nível de umidade vs. época de avaliação. Na Tabela 11 são mostradas as médias de transpiração na interação espécie vs. nível de umidade vs. época de avaliação, em *B. brizantha* e *B. humidicola*.

Tabela 11. Interação entre espécie vs. nível de umidade vs. época de avaliação nas taxas de transpiração ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), de *B. brizantha* e *B. humidicola* e seus respectivos desvios padrões.

Espécie	Nível de umidade	Época de avaliação (dia)			
		0	7	14	21
<i>B. brizantha</i>	T1	1455 bA1 (97)	1802 aA1 (326)	1817 aA1 (89)	1641 abA1 (193)
	T2	1499 aA1 (206)	1482 aA1 (148)	1346 aB1 (233)	1007 bB1 (66)
	T3	1686 aA1 (113)	1418 abB1 (72)	1281 bB1 (193)	821 cB (95)
<i>B. humidicola</i>	T1	1684 abA1 (332)	2010 aA1 (192)	1955 aA1 (138)	1605 bA1 (199)
	T2	1566 aA1 (224)	1365 abB1 (54)	1180 bB1 (110)	545 cB2 (179)
	T3	1773 aA1 (428)	1246 bB1 (257)	757 cC2 (46)	-

Médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal (época de avaliação), maiúscula na vertical (nível de umidade) e mesmo número na vertical (entre espécie, mesmo nível de umidade e época de avaliação) não diferem entre si. Tukey ($P<0,05$).

A taxa de transpiração na *B. brizantha* e *B. humidicola*, em todos os níveis de disponibilidade hídrica, apresentaram redução com o decorrer do período de estresse hídrico, exceto no nível de umidade T1 da *B. brizantha*, onde o comportamento foi inverso.

Na *B. brizantha* observou-se que não houve diferenças nas taxas de transpiração entre os tratamentos, nas duas primeiras épocas de avaliação, com exceção do T3, com o prolongamento do estresse hídrico o T1 superou os demais tratamentos. Em *B. humidicola*, a similaridade entre tratamentos ocorreu apenas na primeira avaliação, posteriormente o T1 suplantou os demais tratamentos. A comparação entre espécies mostrou que as taxas de transpiração foram semelhantes nas diferentes épocas de avaliação, exceto às observadas em *B. humidicola*, aos 14 dias sob T3, e aos 21 dias sob T2, as quais foram inferiores às demais.

A Figura 7 (A e B) mostra o comportamento da taxa de transpiração das gramíneas estudadas, nas diferentes épocas de avaliação.

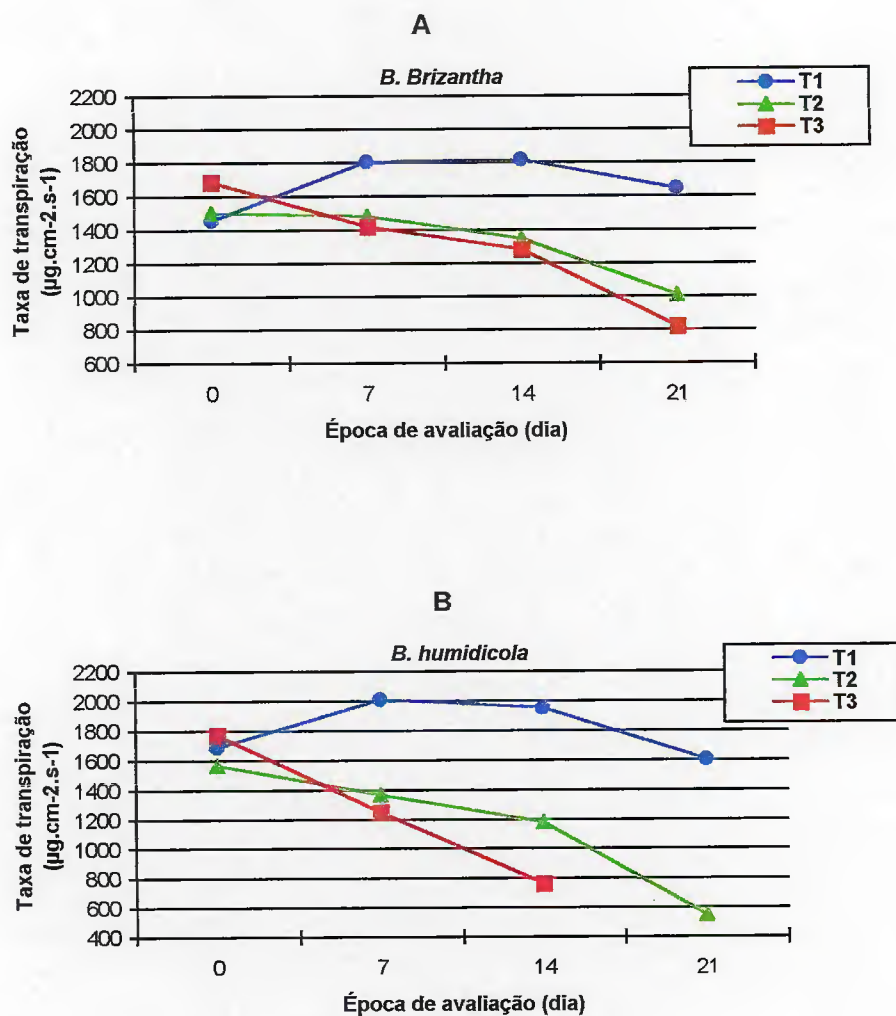


Figura 7. Taxa de transpiração em *Bracharia brizantha* (A) e *Bracharia humidicola* (B), às 12:00h, nas diferentes épocas de avaliação.

A redução da taxa de transpiração observada nas gramíneas do gênero *Brachiaria* nos regimes de menor disponibilidade hídrica, foi devida à elevação da resistência difusiva dos estômatos. O prolongamento do estresse hídrico reduziu a condutância estomática e a taxa de transpiração, da mesma forma como concluíram CORTAZAR et al., (1995) e GOMES et al., (1997) em trigo e arroz de sequeiro, respectivamente.

A diminuição da taxa de transpiração ocorrida no tratamento testemunha (T1), pode ter sido devida às alterações na intensidade luminosa durante as observações realizadas nas diferentes épocas de avaliação. Nas espécies estudadas, a transpiração decresceu menos que a fotossíntese, principalmente na *B. brizantha*. RODRIGUES (1993) e RODRIGUES et al. (1993) observaram semelhante redução nas taxas fotossintética e de transpiração em leguminosas forrageiras submetidas a deficiência hídrica.

De maneira contrária, TEIXEIRA et al. (1983) trabalhando também com leguminosas forrageiras observaram que com estresse hídrico, a transpiração decresceu mais do que a fotossíntese. Os resultados observados nesta pesquisa mostraram a necessidade da manutenção da transpiração sob condições adversas de ambiente, para conseqüente absorção de CO₂, onde a habilidade para manter maiores taxas de transpiração, sob estresse hídrico, foi importante para melhor performance da *B. brizantha*, como também sugeriu CARROW (1996) trabalhando com outras gramíneas forrageiras.

4.11. Temperatura Foliar

A análise de variância, com seus respectivos quadrados médios e significâncias da temperatura foliar de *B. brizantha* e *B. humidicola* (Anexos 15 e 16), permite observar diferenças entre espécie, nível de umidade e época de avaliação, e nas interações espécie vs. época de avaliação e nível de umidade vs.

época de avaliação, e entre espécie vs. nível de umidade vs. época de avaliação. Na Tabela 12 são apresentadas as médias de temperatura foliar na interação espécie vs. nível de umidade vs. época de avaliação, em *B. brizantha* e *B. humidicola*.

Tabela 12. Interação entre espécie vs. nível de umidade vs. época de avaliação na temperatura foliar (°C) de *B. brizantha* e *B. humidicola* e seus respectivos desvios padrões.

Espécie	Nível de umidade	Época de avaliação (dia)			
		0	7	14	21
<i>B. brizantha</i>	T1	32,80 aA1 (0,32)	31,23 bB1 (4,37)	30,49 bB1 (2,25)	30,40 bC1 (4,37)
	T2	32,36 bA1 (0,66)	33,08 abA1 (1,72)	32,71 abA1 (1,55)	33,82 aB1 (2,16)
	T3	32,91 bA1 (2,59)	34,08 abA1 (0,34)	33,89 abA1 (0,75)	35,19 aA (0,75)
<i>B. humidicola</i>	T1	33,42 aA1 (2,24)	32,51 abB1 (2,43)	31,59 bC1 (1,53)	31,51 bB1 (0,98)
	T2	33,40 bA1 (1,69)	34,06 abA1 (0,75)	34,76 aB2 (0,84)	34,91 aA1 (1,11)
	T3	33,39 cA1 (1,49)	34,75 bA1 (0,80)	36,09 aA2 (0,72)	-

Médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal (época de avaliação), maiúscula na vertical (nível de umidade) e mesmo número na vertical (entre espécie, mesmo nível de umidade e época de avaliação) não diferem entre si. Tukey ($P < 0,05$).

Os valores médios de temperatura foliar na *B. brizantha* e *B. humidicola*, em todos os níveis de disponibilidade hídrica, apresentaram elevação com o decorrer do período experimental, exceto nas gramíneas mantidas no nível de capacidade de campo.

Em *B. brizantha* e *B. humidicola* observou-se que houve semelhanças nos valores de temperatura das folhas entre os tratamentos, na primeira época de avaliação, posteriormente, o T1 suplantou os demais tratamentos. As temperaturas foliares, na comparação entre espécies, foram similares nas diferentes épocas de avaliação, exceto às observadas na *B. humidicola*, aos 14 dias sob T2 e T3, que foram superiores às da *B. brizantha*.

A Figura 8 (A e B) mostra as temperaturas foliares das gramíneas avaliadas, nas diferentes épocas de avaliação.

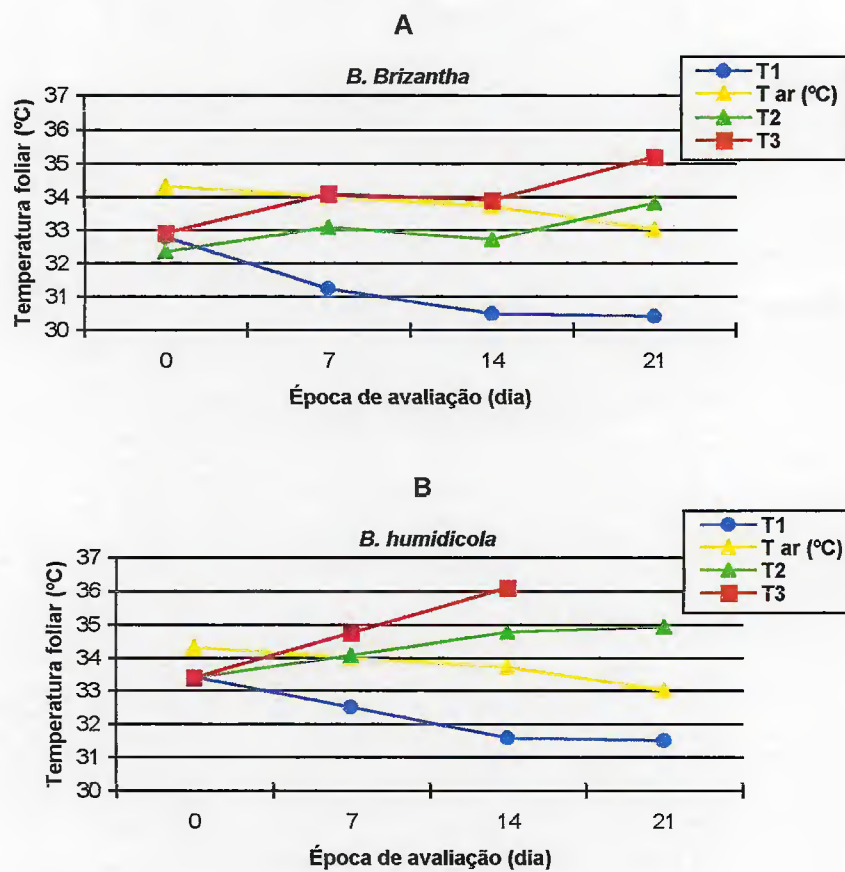


Figura 8. Temperatura foliar (°C) em *Brachiaria brizantha* (A) e *Brachiaria humidicola* (B) às 12:00h, nas diferentes épocas de avaliação.

A amplitude da temperatura foliar de ambas as espécies em todos os tratamentos durante o período experimental, variou em 4,79°C e 4,58°C para *B. brizantha* e *B. humidicola*, respectivamente. Essa variação, além de inerente ao genótipo, pode ter sido afetada pelo fechamento estomático que parece ser um dos fatores intrínsecos à planta que mais afeta a temperatura foliar, segundo LARCHER (1986) e devido à redução na radiação solar ao meio-dia, pela presença de nuvens, que podem causar uma queda imediata na temperatura foliar de cerca de 2,5°C, conforme os relatos de CLAWSON et al. (1980).

As diferenças encontradas entre as gramíneas avaliadas com e sem deficiência hídrica, estão relacionadas ao seu estado hídrico foliar, comportamento estomático e à perda de calor latente através da transpiração. Dessa forma, nos tratamentos com déficit hídrico, quando as temperaturas foliares estiveram próximas ou acima da temperatura ambiente, principalmente com o avanço da época de avaliação, a *B. brizantha* apresentou os menores valores de temperatura foliar, parecendo estar mais adaptada às condições adversas de estresse hídrico.

A temperatura foliar nesta pesquisa foi um indicador da disponibilidade de água para as gramíneas, por refletir as diferenças existentes no balanço de energia, podendo ser uma ferramenta para avaliar a deficiência hídrica nessas gramíneas forrageiras, ZHAO et. al. (1994) mencionaram esse mesmo indicador na cultura do arroz.

4.12. Comportamento Estomático

As figuras 9 a 16 ilustram o comportamento do curso diário da resistência estomática ($s.cm^{-1}$) em *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola*, nas diferentes épocas de avaliação.

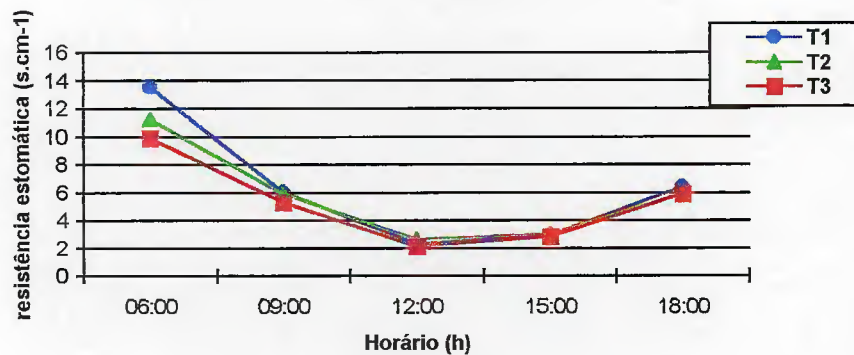


Figura 9. Curso diário da resistência estomática (s.cm^{-1}) em *Brachiaria brizantha* na primeira época de avaliação (0 dia).

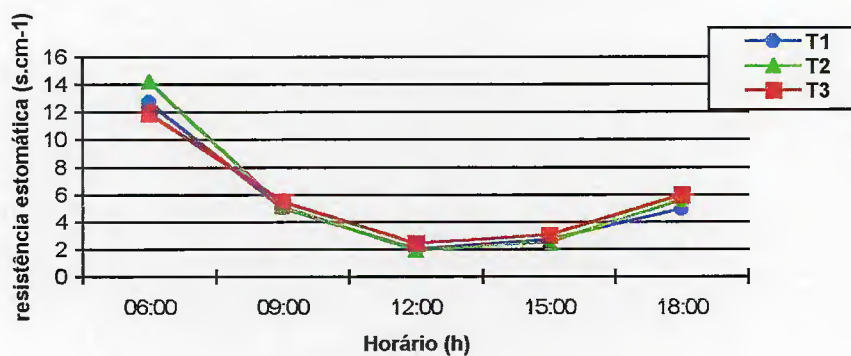


Figura 10. Curso diário da resistência estomática (s.cm^{-1}) em *Brachiaria humidicola* na primeira época de avaliação (0 dia).

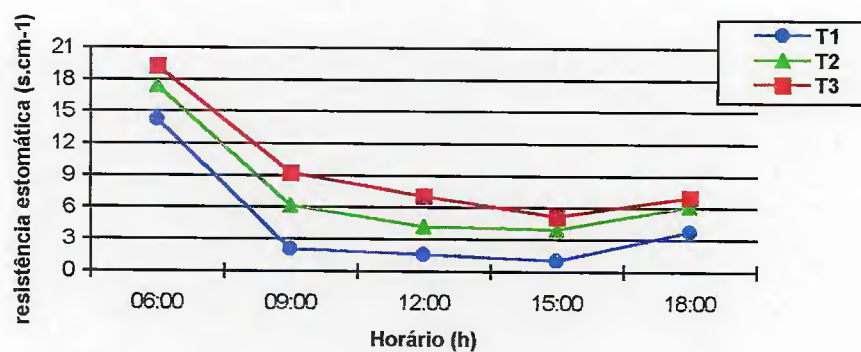


Figura 11. Curso diário da resistência estomática ($s.cm^{-1}$) em *Brachiaria brizantha* na segunda época de avaliação (7 dias).

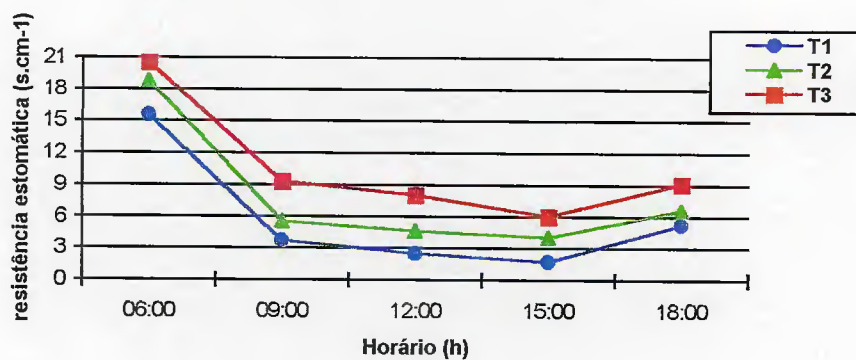


Figura 12. Curso diário da resistência estomática ($s.cm^{-1}$) em *Brachiaria humidicola* na segunda época de avaliação (7 dias).

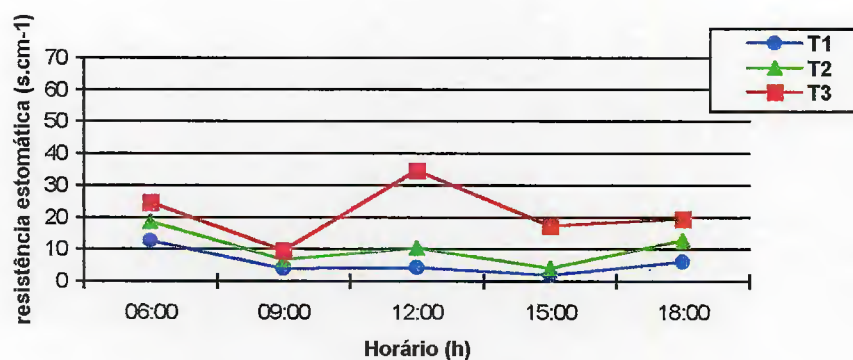


Figura 13. Curso diário da resistência estomática (s.cm^{-1}) em *Brachiaria brizantha* na terceira época de avaliação (14 dias).

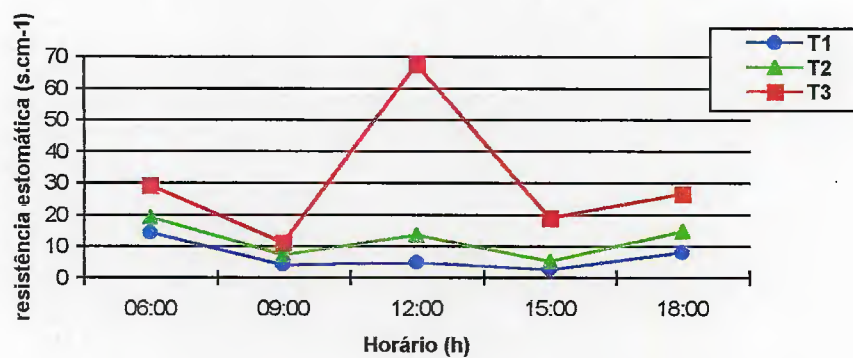


Figura 14. Curso diário da resistência estomática (s.cm^{-1}) em *Brachiaria humidicola* na terceira época de avaliação (14 dias).

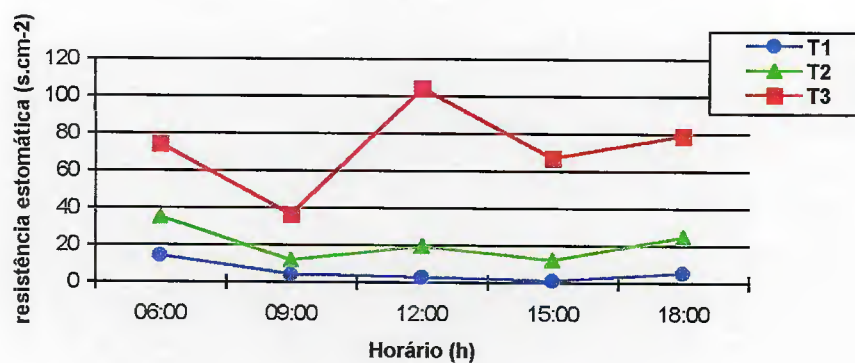


Figura 15. Curso diário da resistência estomática (s.cm^{-1}) em *Brachiaria brizantha* na segunda época de avaliação (21 dias).

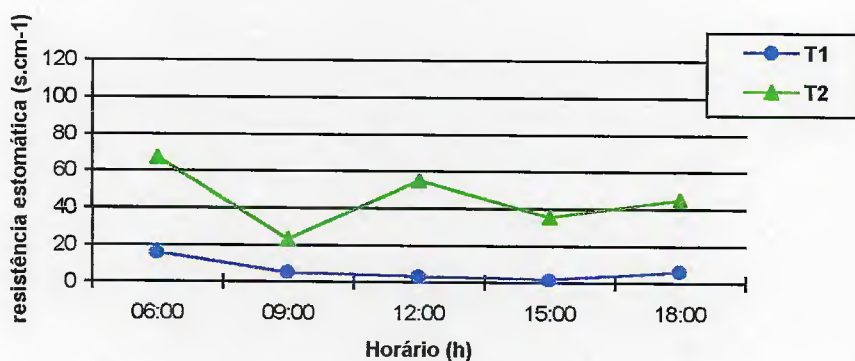


Figura 16. Curso diário da resistência estomática (s.cm^{-1}) em *Brachiaria humidicola* na segunda época de avaliação (21 dias).

Na primeira época de avaliação (tempo zero) constatou-se similaridade entre os valores de resistência estomática das gramíneas estudadas, em todos os níveis de umidade do solo. Os resultados observados no intervalo de 9 às 15 horas, estão próximos aos citados por LARCHER (1986), entretanto o

prolongamento do tempo de estresse hídrico (7 dias) promoveu diferenciação nos valores de resistência difusiva entre os tratamentos em ambas as espécies avaliadas.

Com o avanço do déficit hídrico (14 dias), ocorreu elevação da resistência estomática de ambas as espécies e os maiores valores de resistência difusiva observados no horário de 6h transferiu-se para às 12h, principalmente no estresse mais severo (T3) da *B. humidicola*. As reduções na resistência estomática observada aos 14 e 21 dias de avaliação nos regimes de menor disponibilidade hídrica (T2 e T3), no intervalo de 12 às 15h, foram devidos às diminuições na temperatura ambiente, elevação da umidade relativa do ar e altas taxas de radiação dentro da casa de vegetação, conforme tabela 7.

Observou-se elevação progressiva na resistência difusiva dos estômatos, principalmente nos tratamentos com menor disponibilidade hídrica, com o avanço da época de avaliação. De maneira semelhante, RODRIGUES (1993) e RODRIGUES et al. (1993) constataram que sob estresse hídrico, os maiores valores de resistência estomática foram observados nas leguminosas forrageiras submetidas a maior déficit hídrico. O comportamento estomático nas diferentes épocas de avaliação, pode ter sido influenciado pelo potencial hídrico foliar, idade das gramíneas e pela radiação solar, de acordo com (JONES, 1993).

4.13. Proteína bruta

4.13.1. Proteína bruta na Folha

Na análise de variância, com seus respectivos quadrados médios e significâncias de proteína bruta das folhas de *B. brizantha* e *B. humidicola* (Anexos 17 e 18), observaram-se diferenças entre espécie, nível de umidade e época de avaliação, e interação nível de umidade vs. época de avaliação. Na Tabela 13 são apresentadas as médias de proteína bruta na folha das espécies

forrageiras estudadas, observando-se superioridade de cerca de 28% nos níveis de proteína bruta nas folhas da *B. brizantha*. Esses valores encontrados, para ambas as espécies, foram superiores aos relatados por AZEVEDO et al. (1992) aos 56 dias de idade das gramíneas (21 dias de avaliação) e atende as exigências protéicas do organismo animal, segundo GOMIDE & QUEIROZ (1994), com exceção do regime de estresse mais severo (T3) ao 21º dia de avaliação.

Tabela 13. Teores de proteína bruta (%) nas folhas de *B. brizantha* e *B. humidicola* e seus respectivos desvios padrões.

Espécie	Proteína bruta (%)
<i>B. brizantha</i>	16,02 (4,10) a
<i>B. humidicola</i>	11,59 (3,71) b

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si. Tukey (P<0,05).

Na Tabela 14 encontra-se a interação nível de umidade vs. época de avaliação na proteína bruta de folhas de *B. brizantha* e *B. humidicola*. Observa-se que houve decréscimo no nível protéico, em todos os níveis de disponibilidade hídrica, com o avanço da idade de avaliação. No nível de capacidade de campo (T1), essa redução nos níveis protéicos, ocorreu devido ao avanço na idade de corte das gramíneas, pois está relacionada com a idade fenológica das gramíneas forrageiras, conforme (MANTOLA et al., 1993). Nos níveis de menor disponibilidade hídrica (T2 e T3), caracterizou-se o efeito negativo do estresse hídrico nos teores protéicos das gramíneas. A deficiência hídrica mais severa (T3) afetou os valores de proteína bruta aos sete dias de avaliação, enquanto que o estresse hídrico mais ameno (T2) apresentou redução significativa nos teores de proteína bruta a partir de 14 dias, independente da espécie, comprovando que o estresse hídrico reduziu o valor nutritivo das gramíneas estudadas.

Tabela 14. Interação entre nível de umidade vs. época de avaliação nos teores de proteína bruta (%) das folhas de *B. brizantha* e *B. humidicola* e seus respectivos desvios padrões.

Nível de umidade	Época de avaliação (dia)			
	0	7	14	21
T1	16,95 aA (4,17)	16,61 aA (2,51)	16,36 aA (3,04)	12,38 bA (2,38)
T2	17,08 aA (4,09)	15,81 aA (2,95)	12,25 bB (3,03)	10,02 cB (4,78)
T3	17,39 aA (3,30)	11,90 bB (2,57)	9,15 cC (3,14)	7,01 dC (1,64)

Médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical não diferem entre si. Tukey ($P < 0,05$).

A Figura 17 ilustra os teores de proteína bruta nas folhas das gramíneas avaliadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica.

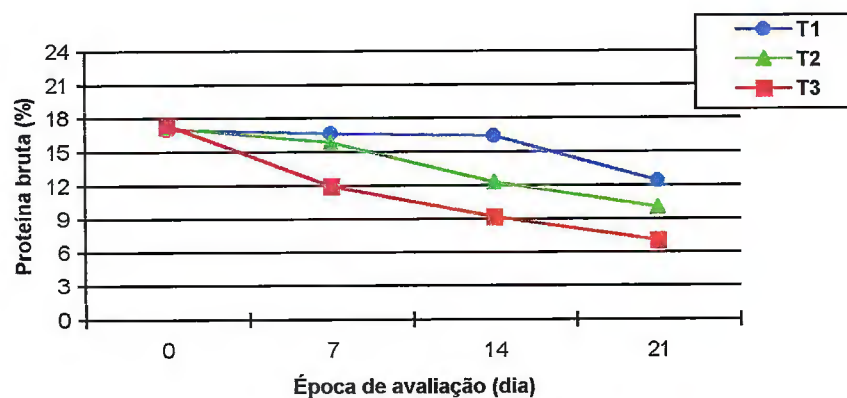


Figura 17. Teores de proteína bruta (%) nas folhas das gramíneas estudadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica.

As gramíneas submetidas ao estresse hídrico apresentaram diminuição no teor de proteína bruta das folhas, provavelmente devido à redução da síntese protéica. Esses menores valores de proteína bruta encontrados nas folhas dessas

gramíneas, podem ter sido devidos à hidrólise de proteínas, segundo HSIAO (1973), ou a uma diminuição no fluxo de nitrato pela redução na taxa de transpiração ocorrida sob déficit hídrico, pois a atividade da nitrato-redutase é dependente dos carboidratos produzidos no processo fotossintético e do contínuo fornecimento de nitrato para as folhas (SOLOMONSON & BARBER, 1990).

As determinações dos teores de proteína bruta foram feitas em folhas totalmente expandidas. O prolongamento do estresse hídrico pode ter acentuado a perda de proteínas nas folhas, pela inibição da síntese protéica, pois a diminuição no teor de proteína é comum em tecidos novos, de acordo com HANSON & HITZ (1982), também relatado por FERREIRA et al. (1997) estudando dois genótipos de milho sob deficiência hídrica.

4.13.2. Proteína bruta no Colmo

Na análise de variância, com seus respectivos quadrados médios e significâncias de proteína bruta nos colmos de *B. brizantha* e *B. humidicola* (Anexos 19 e 20), houve diferenças entre espécie, nível de umidade e época de avaliação, e na interação nível de umidade vs. época de avaliação. Na Tabela 15 estão as médias de proteína bruta no colmo das espécies forrageiras estudadas em casa de vegetação, onde observa-se superioridade de aproximadamente 37% nos níveis protéicos do colmo da gramínea *B. brizantha* em relação a *B. humidicola*. Esses valores encontrados, para ambas as espécies, foram superiores aos encontrados por AZEVEDO et al. (1992) aos 56 dias após a emergência das gramíneas no campo.

Tabela 15. Teores médios de proteína bruta nos colmos (%) de *B. brizantha* e *B. humidicola* e seus respectivos desvios padrões.

Espécie	Proteína bruta (%)
<i>B. brizantha</i>	10,69 (3,57) a
<i>B. humidicola</i>	6,74 (2,14) b

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si. Tukey ($P < 0,05$).

Na Tabela 16 observa-se a interação nível de umidade vs. época de avaliação na proteína bruta dos colmos de *B. brizantha* e *B. humidicola*. De forma similar ao que ocorreu na avaliação do teor protéico nas folhas, notou-se que houve decréscimo de proteína bruta, em todos os níveis de umidade. No T1, essa redução no nível protéico do colmo, pode estar relacionada com o avanço da idade de corte das gramíneas, segundo AZEVEDO et al. (1992).

Entretanto, nos tratamentos submetidos à deficiência hídrica, os teores protéicos do colmo sofreram reduções acentuadas pelo estresse hídrico. Os teores de proteína bruta do colmo no T1 diferiram do tratamento com menor disponibilidade hídrica (T3) a partir do sétimo dia e o (T2) somente aos 21 dias de avaliação, mostrando que o estresse hídrico afetou o valor nutritivo dessas gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria*.

Tabela 16. Interação entre nível de umidade x época de avaliação na proteína bruta nos colmos (%) de *B. brizantha* e *B. humidicola* e seus respectivos desvios padrões.

Nível de umidade	Época de avaliação (dia)			
	0	7	14	21
T1	12,35 aA (3,12)	10,64 abA (3,74)	9,04 bA (2,67)	8,31 bA (2,11)
T2	11,85 aA (3,10)	9,68 bA (3,98)	8,03 bA (3,27)	5,77 cB (0,90)
T3	13,03 aA (3,61)	7,33 bB (2,77)	5,43 cB (2,98)	5,37 cB (1,00)

Médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical não diferem entre si. Tukey ($P < 0,05$).

A Figura 18 mostra os teores de proteína bruta nos colmos das gramíneas estudadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica.

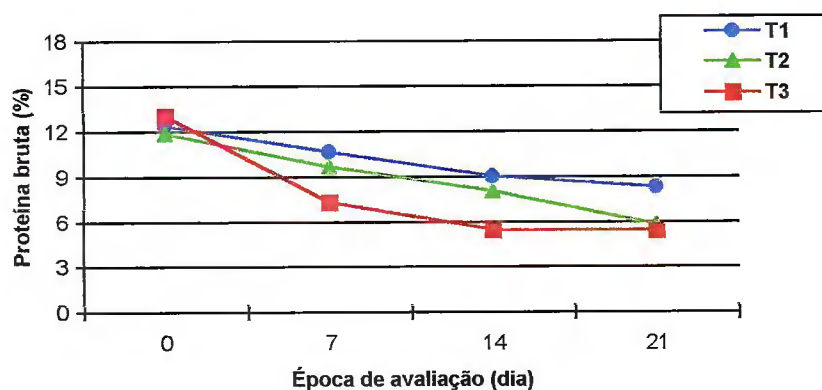


Figura 18. Teores de proteína bruta (%) nos colmos das gramíneas estudadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica.

Da mesma forma que o observado na proteína bruta das folhas, nos tratamentos sem deficiência hídrica (T1), as mudanças na composição química das gramíneas, com avanço da idade de corte e o aumento na relação colmo/folha, pareceu ser o principal fator da perda do valor nutritivo dessas espécies estudadas, de acordo com os relatos de (CORSI, 1990). Em ambas as espécies e todos os níveis de estresse hídrico avaliados, foi observado variação de 5% a 13% nos teores de proteína bruta no colmo. NUNES et al. (1984) verificaram também, variações nas mesmas espécies estudadas, entretanto os teores protéicos dos colmos de *B. brizantha* e *B. humidicola* foram severamente afetados pelo prolongamento do estresse hídrico.

4.14. Açúcares Solúveis Totais

4.14.1. Açúcares Solúveis Totais na Folha

A análise de variância, com seus respectivos quadrados médios e significâncias dos teores de açúcares solúveis totais nas folhas das gramíneas forrageiras *B. brizantha* e *B. humidicola* (Anexos 21 e 22), permite observar diferenças entre espécie, nível de umidade e época de avaliação, e nas interações espécie vs. nível de umidade e nível de umidade vs. época de avaliação.

Na Tabela 17 encontra-se as médias dos teores de açúcares solúveis totais na interação espécie vs. nível de umidade, em folhas de *B. brizantha* e *B. humidicola*. Em ambas as espécies, o regime de umidade com menor disponibilidade hídrica obteve os maiores níveis de açúcares solúveis totais. Por outro lado, a *B. brizantha* apresentou teores mais elevados de açúcares solúveis totais em todos os níveis de umidade do solo avaliados.

Tabela 17. Interação entre espécie x nível de umidade nos teores de açúcares solúveis totais (g/mg MS) nas folhas de *B. brizantha* e *B. humidicola* e seus respectivos desvios padrões.

Espécie	Nível de umidade		
	T1	T2	T3
<i>B. brizantha</i>	32,61(5,29) bA	42,29(11,65) aA	47,73(11,37) aA
<i>B. humidicola</i>	18,99(6,62) bB	22,40(9,75) abB	27,77(9,09) aB

Médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical não diferem entre si. Tukey ($P < 0,05$).

Na Tabela 18 observa-se as médias de teores de açúcares solúveis totais na interação nível de umidade vs. época de avaliação, em folhas de *B. brizantha* e *B. humidicola*, verificando elevação nos teores de açúcares solúveis totais, em todos os níveis de umidade, com o avanço da época de avaliação das gramíneas, semelhantes resultados foram obtidos por MOTT et al. (1992) em *Panicum maximum* e *Themeda triandra*.

No T1, o aumento no nível de açúcares solúveis totais, pode ter sido devido às altas temperaturas que ocorrem nos trópicos, segundo (JONES et al., 1980). Os teores de açúcares solúveis totais nas folhas das gramíneas estudadas, nos regimes de menor disponibilidade hídrica, suplantaram a testemunha (T1) no 14 dia de imposição do regime hídrico, entretanto o estresse hídrico mais severo (T3) alcançou a maior quantidade de açúcares solúveis totais a partir dos sete dias de avaliação.

A elevação no nível de açúcares solúveis totais observados sob déficit hídrico, provavelmente está relacionada ao ajuste osmótico quando o potencial hídrico foliar começou a decrescer. ISHIDA et al. (1997) mencionam o ajuste osmótico ocorrido, em ambas as espécies de *Brachiaria*, sob estresse hídrico.

Tabela 18. Interação entre nível de umidade vs. época de avaliação nos teores de açúcares solúveis totais (g/mg MS) nas folhas de *B. brizantha* e *B. humidicola* e seus respectivos desvios padrões.

Nível de umidade	Época de avaliação (dia)			
	0	7	14	21
T1	21,35 bA (7,61)	23,35 bB (8,3)	27,27 abC (9,45)	31,23 aC (7,93)
T2	21,11 cA (7,49)	27,32 cAB (9,9)	37,81 bB (9,15)	45,90 aB (9,64)
T3	23,17 dA (9,14)	30,93 cdA (9,5)	44,95 bA (8,18)	60,01 aA (1,29)

Médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical não diferem entre si. Tukey ($P < 0,05$).

A Figura 19 ilustra os teores de açúcares solúveis totais nas folhas das gramíneas estudadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica.

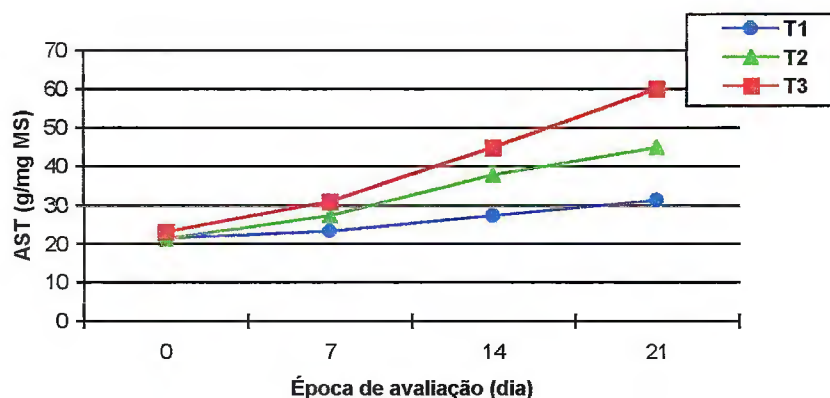


Figura 19. Teores de açúcares solúveis totais (AST) em (g/mg de MS), nas folhas das gramíneas estudadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica.

O déficit hídrico induziu o acúmulo de açúcares solúveis totais em ambas as espécies estudadas, provavelmente devido ao ajustamento osmótico celular. Nos regimes de menor disponibilidade de água (T2 e T3), pode ter havido diminuição no teor de amido e, conseqüentemente, o acúmulo de açúcares solúveis, segundo (MORGAM, 1984). Esse acúmulo pode ter ocorrido devido à contínua produção de fotoassimilados pela fotossíntese, que foi inibida, mas é menos afetada pelo déficit hídrico do que o crescimento, conforme (BOYER, 1970). Outra possível causa para o acúmulo de carboidratos solúveis totais nas gramíneas foi a hidrólise de macromoléculas (CARVALHO, 1993).

O aumento no nível de açúcares solúveis totais nos tratamentos sem deficiência hídrica (T1), está dentro do esperado para as gramíneas forrageiras que tem uma elevação na concentração de açúcares solúveis até pouco antes do início da época de floração, pois as sementes dessas espécies são amiláceas, resultados semelhantes foram observados por (DIAS CORREIA, 1986).

Esse aumento no nível de açúcares solúveis totais, nos tratamentos sem deficiência hídrica, também foi relatado por outros autores (OLIVEIRA, 1985⁵ e DROSSOPOULOS⁶ et al, 1987, citados por CASCARDO et al., 1993) e GOMES et al. (1997), em cana-de-açúcar, trigo e arroz de sequeiro, respectivamente.

As variações ocorridas nas concentrações de açúcares solúveis totais, nas folhas das gramíneas avaliadas, podem ter sido devidas a diversos fatores que influenciaram o seu acúmulo, tais como a idade da gramínea, ambiente físico e climático, de acordo com (DIAS CORREIA, 1986).

4.14.2. Açúcares Solúveis Totais no Colmo

A análise de variância, com seus respectivos quadrados médios e significâncias dos teores de açúcares solúveis totais nos colmos das gramíneas forrageiras *B. brizantha* e *B. humidicola* (Anexos 23 e 24), permite observar diferenças entre espécie, nível de umidade e época de avaliação, e nas interações espécie vs. época de avaliação e nível de umidade vs. época de avaliação. Na Tabela 19 encontram-se as médias dos teores de açúcares solúveis totais na interação espécie vs. época de avaliação, em colmos de *B. brizantha* e *B. humidicola*.

Em ambas as espécies houve aumento nos níveis de açúcares solúveis totais no colmo, com o aumento da época de avaliação. A *B. brizantha* apresentou teores mais elevados de açúcares solúveis totais durante todo o período experimental, com exceção da segunda época de avaliação.

5. OLIVEIRA, L.E.M. Comportamento fisiológico de plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp) sob condições de deficiência hídrica: Alterações na assimilação do nitrato e mobilização de açúcares. Campinas, UNICAMP, 1985. 126p. (Tese Doutorado).
6. DROSSOPOULOS, J.B, KARAMANOS, A.J., NIAVIS, C.A. Changes in ethanol soluble carbohydrates during the development of two wheat cultivars subjected to different degrees of water stress. *Annals of Botany*. V.59, n.1, p73-3-180, 1987.

Tabela 19. Interação entre espécie x época de avaliação nos teores de açúcares solúveis totais (g/mg MS) nos colmos de *B. brizantha* e *B. humidicola* e seus respectivos desvios padrões.

Espécie	Época de avaliação (dia)			
	0	7	14	21
<i>B. brizantha</i>	13,56 bA (2,08)	16,37 bA (3,35)	29,88 aA (7,76)	34,87 aA (8,97)
<i>B. humidicola</i>	6,72 cB (0,87)	12,54 bA (3,12)	19,67 aB (7,16)	21,30 aB (8,19)

Médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical não diferem entre si. Tukey ($P < 0,05$).

Na Tabela 20 são mostradas as médias de teores de açúcares solúveis totais no colmo na interação nível de umidade vs. época de avaliação, em colmos de *B. brizantha* e *B. humidicola*. Observa-se incremento no nível dos teores de açúcares solúveis totais, em todos os níveis de umidade, com o avanço da época de avaliação das gramíneas. Os teores de açúcares solúveis totais, nos regimes de menor disponibilidade hídrica suplantaram a testemunha (T1).

Tabela 20. Interação entre nível de umidade vs. época de avaliação nos teores de açúcares solúveis totais (g/mg MS) nos colmos de *B. brizantha* e *B. humidicola* e seus respectivos desvios padrões.

Nível de umidade	Época de avaliação (dia)			
	0	7	14	21
T1	9,77bA (3,79)	11,54 bB (3,04)	15,60 abB (5,34)	18,53 aC (5,37)
T2	10,02 cA (4,21)	14,14 cAB (2,05)	26,48 bA (6,76)	34,05 aB (6,28)
T3	10,63 dA (3,95)	17,68 cA (3,35)	32,25 bA (5,18)	42,06 aA (1,70)

Médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical não diferem entre si. Tukey ($P < 0,05$).

A Figura 20 mostra os teores de açúcares solúveis totais nos colmos das gramíneas estudadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica.

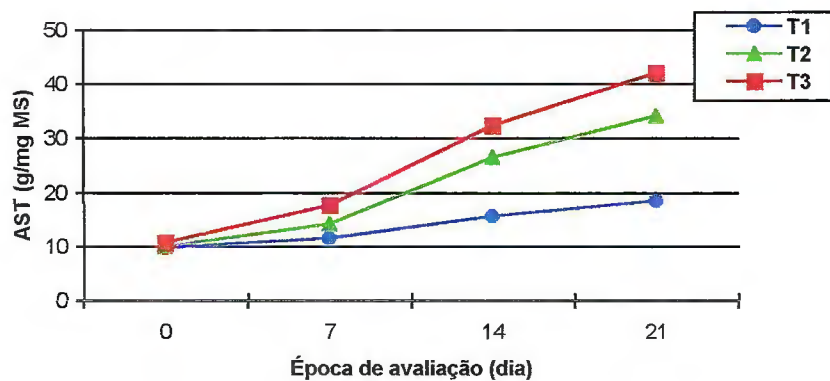


Figura 20. Teores de açúcares solúveis totais (AST) em (g/mg de MS), nos colmos das gramíneas estudadas, sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica.

Os teores de açúcares solúveis totais no colmo das gramíneas avaliadas foram superiores nos regimes de menor disponibilidade hídrica, sendo essa acumulação proporcional à magnitude do estresse hídrico. MOTT et al. (1992) encontraram resultado semelhante em outras gramíneas forrageiras.

A partir da terceira época de avaliação os teores de açúcares solúveis totais no colmo do T1 (testemunha) foram inferiores aos encontrados nos tratamentos submetidos a deficiência hídrica. FRANCO et al. (1997) relataram esse mesmo comportamento, principalmente nas primeiras fases do estresse hídrico na cultura do tomate.

5. CONCLUSÕES

- A análise conjunta de todos os testes realizados para avaliar a qualidade física e fisiológica das sementes, demonstrou que a semente de *B. brizantha* foi mais viável e mais vigorosa que a *B. humidicola*.

- Houve relação positiva entre o desempenho das sementes das gramíneas forrageiras a nível de campo e a viabilidade e o vigor avaliados no laboratório, em relação à resistência ao estresse hídrico.

- O estresse hídrico aumentou as variáveis: resistência estomática, temperatura foliar e açúcares solúveis totais da folha e do colmo, independente da espécie.

- O estresse hídrico reduziu os valores de potencial hídrico foliar, taxa de fotossíntese líquida, taxa de transpiração e a proteína bruta da folha e do colmo, entretanto a *B. brizantha* teve melhor desempenho, sob condições de menor disponibilidade hídrica.

- As variáveis potencial hídrico foliar de base e temperatura foliar foram bons indicadores para monitoração do estresse hídrico nas gramíneas estudadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, I.B., RODRIGUES, F.C.M., FIGLIORIA, M.B. Sementes florestais tropicais. ABRATES, Brasília: ABRATES, 1993. 349p.
- ALCÂNTARA, P.B. Plantas forrageiras: Gramíneas & leguminosas. 4.ed., São Paulo: Nobel, 1988.
- ANDRADE, R.N.B. et al. Produtividade e qualidade fisiológica das sementes de cenoura CV-TAITC original, obtida através do método com e sem poda. **Revista Brasileira de Sementes**. v.15, n.1, p.43-48, 1993.
- ANDRADE, R.N.B. et al. Teste de germinação e de tetrazólio em sementes de cenoura armazenadas por diferentes períodos. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 18, n. 1, p. 108-116, 1996.
- AOSA. Association of Official Seed Analysts. Seed Vigour testing Handbook. **Contribution**, n.32, 1983. 88p.
- AREGHEORE, E.M. Seasonal effects on growth rate of White Fulani steers grazed on natural pasture of guinea grass in Nigeria. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 27., Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North, 1993. p. 19.
- ARIMA, E., UHL, C. Pecuária na Amazônia Oriental: Desempenho atual e perspectivas futuras. Belém: IMAZON, 1996. 44p. (Série Amazônia, 1).
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the AOAC**. Washington, 1970. 1015p.
- AZEVEDO, G.P.C. et al. Recuperação e utilização de pastagens de capim jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) na engorda de novilhos em Marabá - Pará. Belém: Embrapa-CPATU, 1992. 38p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 134).
- BARKER, D.J., CARADUS, J.R., MCMANUS, M.T. Physiological responses of white clover genotypes to water deficit. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 27., Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North, 1993. p.3.
- BARROS, N.N. et al. Teores de minerais no complexo solo-planta-animal de áreas de terras firmes do Amazonas. Manaus: EMBRAPA-UEPAE, 1981. 3p. (Comunicado Técnico, n. 16/81.)
- BASTOS, T.X.; et al. O estado atual dos conhecimentos de clima da Amazônia brasileira com finalidade agrícola. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa-CPATU, 1986. v.1, p.19-43. (Documentos, 36).

- BATISTA, H.A.M.; et al. Valor nutritivo do capim quicuio-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*). In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém. Anais... Belém: EMBRAPA-CPATU, 1986. v. 5 (Documentos, 36).
- BOYER, J.S., Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean and sunflower at various leaf water potentials. *Plant Physiology*. v. 46, p.233-5, 1970.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992, 365p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. DNMET Normas climatológicas (1961-1990). Brasília, 1992, 84p.
- BURGER, D. Uso da terra na Amazônia Oriental. In: BURGER, D. [Ed.] et al. Pesquisas sobre utilização e conservação do solo na Amazônia Oriental: Relatório final do convênio EMBRAPA-CPATU-GTZ. Belém. EMBRAPA-CPATU/GTZ, 1986. p. 71-97.
- CAMARÃO, A.P.; et al. Efeito do nível de oferta de forragem no consumo e digestibilidade do capim quicuio-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*). SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., Belém, 1984. Anais... Belém: EMBRAPA-CPATU, 1986. 6v. p.117-122. (Documentos, 36).
- CAMARÃO, A.P.; MARQUES, J.R.F. **Gramíneas nativas de terra inundável do trópico úmido brasileiro**. Belém: Embrapa-CPATU, 1995. 62p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 81).
- CARNEIRO, J.W.P. Determinação do número de sementes para avaliar o desempenho germinativo de sementes de capim *Brachiaria* (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). *Revista Brasileira de Sementes*. V. 16, n. 2, p.156-58, 1994a.
- CARNEIRO, J.W.P. Influência da temperatura na porcentagem de germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu. *Revista Brasileira de Sementes*. v. 16, n. 2, p.183-86, 1994b.
- CARROW, R.N. Drought avoidance characteristics of diverse tall fescue cultivars. *Crop Science*. v.36, n.2, p. 371-377, 1996.
- CARVALHO, C.J.R. Mobilização dos açúcares de reserva em plantas jovens de dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) submetidas a deficiência hídrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 4., Fortaleza, Resumos... Fortaleza: UFCE, 1993. n.1.
- CARVALHO, N.M., NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1980. 429p.
- CASCARDO, J.C.M., OLIVEIRA, L.E.M., SOARES, A.M. Disponibilidade de Água e Doses de Gesso Agrícola nas Relações Hídricas da Seringueira. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. v. 5, n. 1, p.31-34, 1993.

- CASTRO, R.D., VIEIRA, M.G.C., CARVALHO, M.L.M. Influência de métodos de épocas de colheita sobre a produção e qualidade de sementes de *Brachiaria decumbens* cv. "Basilisk". **Revista Brasileira de Sementes**. v. 16, n. 1, p.6-11, 1994.
- CIAT. *BRACHIARIA*: Biology, Agronomy, and Improvement. Cali: Centro Internacional de Agricultura tropical, Tropical Forages Program and Communications Unit, 1996. 288p.
- CLAWSON, K.L., BLAD, B.L., GARDNER, B.R. Effects of clouds, wind, soil, nitrogen content, sun position and viewing directions on corn canopy temperatures. **University of Nebraska-Lincoln**. 80-1, 1980. 119p.
- CONDE, A.D.R, GARCIA, J. Efeito do tipo de embalagem sobre a conservação das sementes do capim *Andropogon (Andropogon gayanus)*. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 17, n.2, p.145-48, 1995.
- CORSI, M. Produção e qualidade de pastagens tropicais. In: PASTAGENS. Piracicaba: FEALQ/SBZ, p.69-75, 1990.
- CORTAZAR, R.M. et al. Transpiration dynamics and efficiency in three genotypes of wheat under water stress. **Revista Fitotecnia Mexicana**. v. 18, n. 2, p.151-162, 1995.
- COSGROVE, D.J. Cell wall yield properties of growing tissues. **Plant Physiology**. v.78, p.347-356, 1985.
- COVARRUBIAS, A. A., GARCIARRUBIO, A. Caracterizacion molecular de la respuesta del frijol al deficit hidrico. **Phaseolus Beans Advanced Biotechnology Research Network**. Cali, 7-10. 1993.
- DALE, J. Mechanism of drought-induced alterations in assimilate partitioning and transport in crops. **CRC - Critical Reviews in plant Science**. n. 7, p.117-137, 1988.
- DANCETTE, C., HALL, A.E. Agroclimatology applied to water management in the Sudanian and Sahelian zones of Africa. In: HALL, A.E., CANELL, G.H., LAWTON, H.W. [Ed.]. In: Agriculture in semi-arid environments. Berlin. 1979. p.98-118.
- DIAS CORREIA, A.A. **Bioquímica nos solos, nas pastagens e forragens**. Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, 1986. 790p.
- DIAS FILHO, M.B. Efeito do estresse hídrico em algumas respostas morfológicas e fisiológicas de (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiatã). Piracicaba: ESALQ, 1986. 103p. (Dissertação Mestrado).
- DIAS FILHO, M.B. et al. Digestibilidade in vitro da matéria orgânica e teor de proteína bruta em *Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiatã sob estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 26. n.10, p.1725-1729, 1991.
- DIAS FILHO, M.B. Níveis críticos internos de fósforo de três acessos de *Panicum maximum*. **Pasturas Tropicales**, v. 17, n. 2, p.9-11, 1995.

- DIAS FILHO, M.B. Plantas invasoras em pastagens cultivadas da Amazônia: estratégias de manejo e controle. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1990. 103p. (Documentos, 52).
- DIAS FILHO, M.B., CORSI, M., CUSATO, S. Respostas morfológicas de (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiatã) ao estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 24, n.7, p.893-898, 1989.
- DIAS FILHO, M.B., SERRÃO, E.A.S. Introdução e avaliação de plantas forrageiras. Belém: EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, Belém, 1983. p.183-184.
- DOMINGUES, M.C.S., URCHEI, M.A., RODELLA, R.A. Quantitative anatomy of barley (*Hordeum vulgare* L.) leaves subjected to water stress. **Revista de Agricultura**. Piracicaba, v.70, n. 3, p.269-276, 1995.
- DURSA, M.P.A., HILL, M.J., LOVETT, J.V. growth of perennial legumes over three cycles of defoliation at different temperatures. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 27., Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North, 1993. p.8.
- EL-SHARKAWY, M.A., COCK, J.H., HERNÁNDEZ, A.D.P. Stomatal response to air humidity and its relation to stomatal density in wide range of warm climate species. **Photosynthesis Research**. v. 7, p.137-49, 1985.
- FAHIMUDDIN, M. **Domestic water buffalo**. New Delhi: Oxford, IBH, 1975. 422p.
- FARQUHAR, G.D., SHARKEY, T.O. Stomatal conductance and photosynthesis. **Annual Reviews of Plant Physiology**. v.13, p.317-45, 1982.
- FAVORETTO, V. Adaptação de plantas forrageiras às condições adversas. In: FAVORETTO, V. [Ed.] et al. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 2., Jaboticabal, **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1993. p.17-62.
- FERREIRA, L.G.R. Estratégias de adaptação à seca desenvolvidas ao nível de membranas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FISIOLOGIA VEGETAL, 2, Piracicaba: USP, 1989. p.35-49.
- FERREIRA, V.M. et al. Relações hídricas em dois genótipos de milho (*Zea mays* L.) em função da disponibilidade de água no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISIOLOGIA VEGETAL, 6., Belém, **Resumos...** Belém: FCAP, 1997. n.357.
- FRANCO, J. A., PEREZ-SAURA, P. J., DURAN, A. Effect of water stress on apical necrosis incidence in the tomato cultivation in saline conditions. **Agrícola Vergel**. n.186, p.356-361, 1997.
- GARCIA, J., CÍCERO, S.M. Superação de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Scientia Agrícola**, v. 49, n. 1, p.9-13, 1992.
- GERIK, T. J. et al. Late season water stress in cotton. Plant growth, water use, and yield. **Crop Science**. v.36, n. 4, p.914-921, 1996.

- GOMES, M.M.A. et al. Trocas gasosas e quantificação do ácido abscísico em duas cultivares de arroz submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia vegetal**. v. 9, n. 3, p.177-183, 1997.
- GOMIDE, J.A., QUEIROZ, D.S. Valor Alimentício das Braquiárias. In: PEIXOTO, A.M. [Ed.] et al. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., Piracicaba, Anais... Piracicaba: FEALQ, 1994. p.223-247.
- GONÇALVES, C.A., OLIVEIRA, J.R.C. Avaliação de sete gramíneas forrageiras tropicais em Porto Velho-RO. Porto Velho: EMBRAPA-UEPAE, 1984. 23p. (Boletim de Pesquisa, 2).
- GONZÁLEZ, E., MENDOZA, F., TORRES, R. Efecto del almacenamiento y la escarificación química y mecánica sobre las semillas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk. **Pastos y Forrajes**, n. 17, p.35-45, 1994.
- GRANTZ, D.A., MEINZER, F.C. Stomatal response to humidity in sugarcane field: simultaneous porometric and micrometeorological measurements. **Plant, Cell and Environment**. V.13, p.13-37, 1990.
- HALL, A.E. Adaptation of annual plants to drought in relation to improvements in cultivars. **Hort Science**. v. 16, p.37-38, 1981.
- HALL, A.E. Breeding for heat tolerance- An approach based on whole plant physiology. **Hort Science**. v. 24, p.47-51, 1989.
- HALL, A.E., PATEL, P.N. Breeding for resistance to drought and heat. In: SINGH, S.R., RACHIE, K.O [Ed.]. In: Cowpea Research, Production and utilization. New York. 1985. p.137-51.
- HANSON, A.D., HITZ, W.D. Metabolic responses of mesophytes to plant water deficits. **Annual Reviews of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 33, p.163-203, 1982.
- HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. **Annual Reviews of Plant Physiology**. v. 24, p.519-570, 1973.
- HUMPHREYS, L.R. **Environmental adaptation of tropical pasture plants**. Londres: Mcmillan Publishers, 1981. 257p.
- ISO, S.B. et al. An apparent discrepancy between porometry and infrared thermometry relative to the dependence of plant stomatal conductance on air vapour pressure deficit. **Agricultural and Forest Meteorology**. n. 40, p.105-6, 1987.
- ISO, S.B., ALLEN, S.G., CHOUDHURY, B.J. Foliage temperature: effects of environmental factors, with implications for plant water stress assessment and the CO₂/climate connection. **Water Resource Research**. n. 15, p.1-49, 1986.

- ISHIDA, F.Y.; CARVALHO, C.J.R.; DIAS FILHO, M.B. Crescimento e regulação osmótica em duas espécies de *Brachiaria* (*B. brizantha* e *B. humidicola*) submetidas a dois ciclos de secamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 6., Belém, Resumos... Belém: FCAP, 1997. n.313.
- JALALUDDIN, M., PRICE, M. photosynthesis and stomatal conductance as affected by drought stress. *International Rice Research Notes (IRRI)*. v. 19, n.3, p.52-53, 1994.
- JONES, C.A., PENA, D., CARABALY, A. Effects of plant water potential, leaf diffusive resistance, rooting density and water use on the dry matter production of several tropical grasses during short periods of drought stress. *Tropical Agriculture*, v.57, p.211-219, 1980.
- JONES, H.G. *Plant and microclimate*. 2.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 323p.
- JONES, H.G., CORLETT, J.E. Current topics in drought physiology. *Journal of Agricultural Science*, v.119, p.291-296, 1992.
- JONES, M.B. *Plant and microclimate*. In: HALL, D.O. et al. Photosynthesis and production in a changing environment. A field and laboratory manual. London: Chapman & Hall, 1993. p.47-64.
- KATERJI, N., BETHENOD, O. Comparaison du comportement hydrique et de la capacité photosynthétique du maïs et du tournesol en condition de contrainte hydrique. Conclusions sur l'efficacité de l'eau. *Agronomie*. v.17, n.1, p.17-24, 1997.
- KAUFMANN, M.R. Water Relations During Drought. In: *The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants*. Academic Press Australia, p.55-70, 1981.
- KEENER, M.E., KIRCHER, P.L. The use of canopy temperature as an indicator of drought stress in humid regions. *Agric. Meteorological*. n. 49, p.339-49, 1983.
- KLAR, A.E. Métodos para detecção de resistência à seca em trigo (*Triticum aestivum* L.). *Científica*, n. 12, p.91-101, 1984.
- KOZLOWSKI, T. T., KRAMER, P.J., PALLARD, S.G. Water stress. In: *The physiological ecology of wood plants*. San Diego: Academic Press, 1991, p.247-302.
- KRAMER, P. *Water relations of plants*. New York: Academic Press., 1983. p.489.
- KRZYŻANOWSKY, F.C., FRANÇA NETO, J.B., HENNING, A. A. Relato de testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. *Informativo Abrates*, v.1, n. 2, p.15-50, 1991.
- LABEDZKI, L. Evaluating crop water stress using infrared thermometry. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych (Poland)*. n. 419, 1995.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Paulo: EPU, 1986. 319p.

- LEE, H.W., JO, M.H., KIM, C.H. Effects of temperature, nitrogen fertiliser and cutting height on regrowth and dm production of orchardgrass. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 27., Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North, 1993. p.11.
- LEITE, G.G., EUCLIDES, V.P. Utilização de Pastagens de *Brachiaria* spp. In: PEIXOTO, A.M. [Ed.] et al. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.267-297.
- LEVITT, J. Responses of plants to environmental stresses. Water, radiation, salt and other stresses. New York: Academic Press, 1980. v. 2, 607p.
- LICHTENTHALER, H.K., ELLBURN, A.R. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. **Biochemical Soc. Transactions.** n. 11, p.591-2, 1983.
- LOURENÇO JUNIOR, J.B. et al. Produção de carne de bovinos em pastagem cultivada em terra firme. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1993a. 32p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 148).
- LOURENÇO JUNIOR, J.B. et al. Ganho de peso de bubalinos sob três taxas de lotação em pastagem cultivada na ilha de Marajó. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1993b. 27p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 139).
- LOURENÇO JUNIOR, J.B. et al. Desempenho produtivo e reprodutivo de búfalas em sistema integrado de pastagem nativa e cultivada. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1993c. 29p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 141).
- LUDLOW, M.M., NG, T.T. Effect of water deficit on carbon dioxide exchange and leaf elongation rate of *Panicum maximum* var. trichoglume. **Australian Journal of Plant Physiology.** v. 3, p.401-413, 1976.
- MANSFIELD, T.A., DAVIES, W.J. Stomata and stomatal mechanisms. In: The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants. **Academic Press Australia**, p.315-46, 1981.
- MANTOLA, H.B., CERDA, D.A., CONTRERAS, D.T. Variations of crude protein and dry matter digestibility of main Mediterranean pasture species at different phenological stages. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 27., Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North, 1993. p. 16-17.
- MARCOS FILHO, J. Germinação de Sementes. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO DE SEMENTES, 1., Piracicaba, 1986. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1986. P.11-39.
- MARTINS, C.C., CARVALHO, N.M. Fontes de deterioração de soja e respectivas anormalidades nas plântulas. **Revista Brasileira de Sementes.** v. 16, n. 2, p.16-182, 1994.

- MATOS, A.O., CAMARÃO, A.P., BATISTA, H.A.M. Teores de minerais do capim quicuí-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*) em três idades. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1987. 9p. (EMBRAPA-CPATU. Comunicado Técnico, 60).
- MENEZES, M.L., SILVEIRA, T.L.D., PASINATTO, P.R. Comparação entre métodos para avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de arroz. *Revista Brasileira de Sementes*. v. 16, n. 2, p.121-27, 1994.
- MINSON, D.J. et al. Measuring the nutritive value of pasture plants. In: SHAW, N.J., BRIAN, W.W. Tropical pasture research, principles and methods. [S.l.: s.n.] 1976. p.308-338.
- MORGAM, J.M. Osmoregulation and water stress in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. v. 35, p.299-319, 1984.
- MOTT, J.J. et al. Effects of moisture supply in the dry season and subsequent defoliation on persistence of the savanna grasses *Themeda tnantra*, *Heteropogon contortus* and *Panicum maximum*. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 43, p.241-260, 1992.
- MURPHY, J.B., NOLAND, T.L. Temperature effects on seed imbibition and leakage mediated by viscosity and membranes. *Plant Physiology*. v. 69, n. 2, p.428-431, 1982.
- NEPOMUCENO, A.L., FARIAS, J.R.B., NEUMAIER, N. Respostas fisiológicas de cultivares de soja a disponibilidade hídrica no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 4., Fortaleza, Resumos... Fortaleza: UFCE, 1993. n.6.
- NEPSTAD, D.C., UHL, C., SERRÃO, E.A.S. Recuperation of a degraded Amazonian landscape: Forest recovery and agricultural restoration. *Ambio*. n. 20, p.248-255, 1991.
- NEUMANN, P.M. The role of cell wall adjustment in plant resistance to water deficits. *Crop Science*. v. 35, n. 5, p.1258-1266, 1995.
- NG, T.T., WILSON, J.R., LUDLOW, M.M. Influence of water stress on water relations and growth of a tropical (C₄) grass, *Panicum maximum* var. *Trichoglume*. *Australian Journal of Plant Physiology*. v.2, p.581-595, 1975.
- NOVEMBRE, A.D.LC. Avaliação da qualidade de sementes de *Brachiaria brizantha* pelo teste de tetrazólio e por análise de imagem. Projeto de pesquisa, Piracicaba: ESALQ, 1999. 14p.
- NUNES, S.G. et al. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Campo Grande, EMBRAPA-CNPGG. 1984. 31p. (EMBRAPA-CNPGG. Documentos, 21).
- PAZZETTI, G.A., CANO, M.A.O., RESENDE, M. Aplicação da termometria por infravermelho a irrigação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.): Parâmetros fisiológicos. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. v.4, p.27-31, 1992.

- PEDRO JR., M.J. Aptidão climática para plantas forrageiras no Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônomo, 1990. 13p. (Boletim Técnico, 139).
- POLETTI, A.D. et al. Teste de tetrazólio em sementes de gramíneas forrageiras tropicais. Campinas: DSMM/CATI/SAA, 1997. 47p.
- POPINIGIS, F. Fisiologia de sementes. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- PRADO, C.H.B.A., MORAES, J.A.P.V., MATOS, E.A. Gas exchange and leaf water status in potted plants of *Copaifera langsdorffii* 2. Probable influence of low air humidity. *Photosynthetica*. v. 31, n.2, p.207-13, 1995.
- REZENDE, F. Reforma fiscal e incentivos fiscais: Relatório final. Projeto BRA 87/021. Acordo SUDAM - PND, 1995.
- RIVERO, L.M., ESPINOZA, J. Duración de la latencia en semillas de *Brachiaria decumbens*. *Pasturas Tropicales*. v.10, n. 1, p.20-23, 1988.
- ROCHA NETO, O.G. Aspectos ecofisiológicos da produção de mudas de seringueira (*Hevea spp*), cultivadas em estações climáticas distintas. Campinas, UNICAMP, 1990. 84p. (Tese Doutorado).
- ROCHA NETO, O.G., FIGUEIREDO, F.J.C., SOUZA, N.G. Comportamento estomático e fotossintético de plantas jovens de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum). In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA DO REINO E CUPUAÇU, 1, 1996, Belém. *Anais...* Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1997. 440p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 89).
- RODRIGUES, C.A.G. et al. Germination, shoot and root growth of two tropical forage legumes under water stress. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. v.5, p.68, 1993.
- RODRIGUES, C.A.G. Germinação e crescimento da parte aérea e sistema radicular de duas leguminosas forrageiras tropicais sob diferentes níveis de umidade. Jaboticabal: UNESP, 1993. 114p. (Dissertação Mestrado).
- RODRIGUES, J.D. et al. Efeitos de diferentes métodos para a quebra da dormência em sementes de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickhardt. *Científica*. v.14, n. 1, p.65-72, 1986.
- RODRIGUES, L.R.A., RODRIGUES, T.J.D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.D.; YAMADA, T. [Ed.] Ecofisiologia da produção agrícola. POTAFOS, 1987. p.203-230.
- RODRIGUES, L.R.A. et al. Tillering and morphological characteristics of dwarf elephantgrass under grazing. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 21, p.1209-1218, 1986.
- RUIZ, M.A.M., MACHADO, R.C.R., SOUZA, H.M.F. Produção de quatro gramíneas forrageiras tropicais em condições de deficiência hídrica. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. v.12, p.357-369, 1983.

- SALIMOS, E.P. et al. Engorda de machos bovinos em pastagem cultivada de quicuí-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*) na ilha de Marajó. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1994. 31p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 152).
- SANTOS, D.S.B., TILMAN, M.A.A., PETERS, J.A. Presença de inibidores e efeito das glumas na embebição de sementes de sorgo sacarino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 26, n. 7, p.989-993, 1991.
- SANTOS, V.L.M. et al. Utilização do estresse salino na avaliação da qualidade das sementes de genótipos de soja *Glycine max* (L) Merrill. *Revista Brasileira de Sementes*. v. 18, n. 1, p.63-72, 1996.
- SAS. SAS user's guide: Statistics. SAS Institute Inc., Cary, NC. 1996. 956p.
- SCHUSSLER, J.R., WESTGATE, M.E. Assimilate flux determines kernel set at low water potential in maize. *Crop Science*. v. 35, n. 4, p.1074-1080, 1995.
- SERRÃO, E.A.S. et al. Sistema integrado de pastagem nativa de terra inundável com pastagem cultivada de terra firme na engorda de bovinos em Monte Alegre, Pará, Brasil. In: RED INTERNACIONAL DE EVALUACION DE PASTOS TROPICALES - RIEPT AMAZÔNIA, 1., 1990, Lima, Documento de trabajo. Cali: CIAT, 1990, v.2. p.1095-1100 (CIAT. Documento de trabajo, 75)
- SERRÃO, E.A.S., DIAS FILHO, M.B. Establecimiento y recuperación de pasturas entre los productores del Tropico Húmedo Brasileño. In: LASCANO, E.C., SPAIN, J.M. [Ed.]. Establecimiento y Renovación de Pasturas. Conceptos. Experiencias y Enfoque de la Investigacion. Cali: CIAT, 1991. p. 347-383.
- SERRÃO, E.A.S., TOLEDO, J.M. Sustaining pasture-based production systems in the tropics. In: HECHT, S.B. [Ed.]. Development or Destruction: The Conversion of Tropical Forest to Pasture in Latin America. Boulder: Colorado, 1992. p.257-280.
- SERRÃO, E.A.S., UHL, C., NEPSTAD, D.C. Deforestation for pasture in the humid tropics: is it environmentally sound in the long term? In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 27., Palmerston North. Proceedings... Palmerston North, 1993. p. 2215-2221.
- SIMÃO NETO, M., DIAS FILHO, M.B. Pastagens no ecossistema do trópico úmido: pesquisa para o desenvolvimento sustentado. In: ANDRADE, R.P., BARCELLOS, A.O., ROCHA, C.M.C. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS; REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. Anais... Brasília: SBZ, 1995, p. 76-93.
- SMITH, M., WU, Y. Effect of light and water-stress on photosynthesis and biomass production in *Boltonia decurrens* (Asteraceae), a threatened species. *American Journal of Botany*. v. 80, n. 8, p.859-864, 1993.

- SOLOMONSON, L.P., BARBER, M.J. Assimilation nitrate reductase: Functional properties and regulation. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**. v. 41, p.225-53, 1990.
- SOUZA, F.H.D, MARCOS FILHO, J., NOGUEIRA, M.C.S. Características físicas das sementes de *Calopogonium mucunoides* "Desv" associadas a qualidade fisiológica e ao padrão de absorção de água. I. Tamanho. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 12, n.1, p.33-40, 1996.
- SOUZA, N.G., ROCHA NETO, O.G. Respostas ecofisiológicas do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum) em plantios simples e consorciados e ambientes contrastantes. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FCAP, 6., 1996, Belém. **Resumos...** Belém: FCAP/Embrapa-CPATU/CNPq, 1996. p.62.
- TEIXEIRA, J.B., OLIVA, M.A., CAMBRAIA, J. Eficiência no uso da água em leguminosas forrageiras submetidas a déficit hídrico. **Revista Ceres**, v. 30, p.463-470, 1983.
- TEIXEIRA, L.B., SERRÃO, E.A.S., TEIXEIRA NETO, J.F. Pastagens cultivadas na Amazônia: Sustentabilidade e sua relação com a fertilidade do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22, 1996, Manaus. **Anais...** Manaus: [s.n.] 1996. 43p.
- TEIXEIRA, W.G. Sistemas de manejo em Cambissolo para a implantação de gramíneas forrageiras em pastagens nativas da microrregião dos Campos da Mantiqueira (MG). Lavras: ESAL, 1993. 83p. (Dissertação Mestrado).
- TRLICA, M.J., KINYAMARIO, J.I. Photosynthesis and water relations of two savanna grasses as influenced by shade and water stress. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 27., Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North, 1993. p. 10.
- TUINSTRA, M.R. et al. Identification of quantitative trait loci associated with pre-flowering drought tolerance in sorghum. **Crop Science**. v. 36, n. 5., p.1337-1344, 1996.
- TURNER, N. C., BEGG, J. E. Responses of pasture plants to water deficits. In: WILSON, J. R. **Plant Relations in Pasture**. Sidney: CSIRO, 1978.
- TURNER, N.C. Crop water deficits: a decade of progress. **Advances in Agronomy**. v. 39, p.1-51, 1986.
- TURNER, N.C., BEGG, J.E. Plant-water relations and adaptation to stress. **Plant and Soil**. n. 58, p.97-113, 1981.
- VEIGA, J.B., SEIXAS, L.C.G.S., DIAS FILHO, M.B. Comportamento de algumas gramíneas forrageiras em solo de pastagens degradadas de Paragominas-PA. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1985. 3p. (EMBRAPA-CPATU. Comunicado Técnico, 58).

- VIEIRA, H.D., SILVA, R.F., BARROS, R.S. Efeito de substâncias reguladoras de crescimento sobre a germinação de sementes de Braquiarião cv. Marandu. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. v. 10, n. 2, p.143-48, 1998.
- VIEIRA, R.D, CARVALHO, N.M. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP. 1994. 164p.
- VOLL, E. et al. Embebição e germinação de sementes de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc). **Revista Brasileira de Sementes**. v. 19, n. 1, p.58-61, 1997.
- WANG, Y.C., LEE, M.L. Effects of air temperature on plant reserves and regrowth potential in napiergrass. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 27., Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North, 1993. p.8.
- WENG, J.H. Effects of water deficit on osmotic adjustment and photosynthesis of *Miscanthus* spp. collected from different rainfall regions. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 27., Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North, 1993. p.36.
- WHITEMAN, P.C., MENDRA, K. Effects of storage and seed treatments on germination of *Brachiaria decumbens*. **Seed Science & Technology**. v.10, p.233-242, 1982.
- WILSON, J.R. et al. Adaptation to water stress and the leaf water relations of four tropical forage species. **Australian Journal of Plant Physiology**. v.7, p.207-220, 1980.
- YEMM, E.W., WILLIS, A.J. The estimation of carbohydrates in plants extracts by anthrone. **Biochemical Journal**. v. 57, p.508-515, 1954.
- ZHAO, Y. et al. Selection criteria for drought-resistance breeding in turfgrass. **American Society for Horticultural Science**. v. 119, n. 6, p.1317-1324, 1994.
- ZIMMER, A.H., EUCLIDES, V.P.B., MACEDO, M.C.M. Manejo de plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: PEIXOTO, A.M. [Ed.] et al. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 8., Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1988. p. 141-183.

ANEXO

Anexo 1. Análise do modelo matemático do potencial hídrico (bars), às 6:00h

	Gl	SQM	QM	F	Pr > F
Modelo	22	178,300	8,104	186,40	0,0001
Erro	23	1,000	0,043		
Total	45	179,300	-		

Média geral = 4,60

Desvio padrão = 0,208

C.V. = 4,53%

Anexo 2. Análise de variância, com seus respectivos quadrados médios e significâncias do potencial hídrico (bars), às 6:00h.

Fonte de Variação	Gl	QM	F
Espécie de gramínea (E)	1	1,728	39,75**
Regime de umidade do solo (NUS)	2	29,316	674,27**
Época de avaliação (EA)	3	31,442	723,27**
E x NUS	2	1,475	33,94**
E x EA	3	1,392	32,03**
NUS x EA	6	5,415	124,56**
E x NUS x EA	5	0,830	19,11**
Erro experimental (ε)	23	0,043	-
Total	45		

* Significativo a 0,05 de probabilidade ** Significativo a 0,01 de probabilidade

Anexo 3. Análise do modelo matemático do potencial hídrico (bars), às 9:00h.

	Gl	SQM	QM	F	Pr > F
Modelo	22	359,064	16,321	155,76	0,0001
Erro	23	2,410	0,104		
Total	45	361,474	-		

Média geral = 9,44

Desvio padrão = 0,323

C.V. = 3,42%

Anexo 4. Análise de variância, com seus respectivos quadrados médios e significâncias do potencial hídrico (bars), às 9:00h.

Fonte de Variação	Gl	SQM	F
Espécie de gramínea (E)	1	0,166	1,59ns
Regime de umidade do solo (NUS)	2	51,924	495,55**
Época de avaliação (EA)	3	71,511	682,47**
E x NUS	2	0,124	1,19ns
E x EA	3	1,640	15,66**
NUS x EA	6	7,383	70,47**
E x NUS x EA	5	0,613	5,86*
Erro experimental (ε)	23	0,104	-
Total	45		

* Significativo a 0,05 de probabilidade ** Significativo a 0,01 de probabilidade

Anexo 5. Análise do modelo matemático do potencial hídrico (bars), às 12:00h.

	Gl	SQM	QM	F	Pr > F
Modelo	22	482,578	21,935	152,19	0,0001
Erro	23	3,315	0,144		
Total	45	458,893	-		

Média geral = 14,12

Desvio padrão = 0,379

C.V. = 2,68%

Anexo 6. Análise de variância, com seus respectivos quadrados médios e significâncias do potencial hídrico (bars), às 12:00h.

Fonte de Variação	Gl	QM	F
Espécie de gramínea (E)	1	2,63	18,26**
Regime de umidade do solo (NUS)	2	136,24	945,28**
Época de avaliação (EA)	3	26,71	185,37**
E x NUS	2	1,01	7,03**
E x EA	3	5,78	40,16**
NUS x EA	6	20,54	146,52**
E x NUS x EA	5	1,44	10,05**
Erro experimental (ε)	23	0,144	-
Total	45		

* Significativo a 0,05 de probabilidade ** Significativo a 0,01 de probabilidade

Anexo 7. Análise do modelo matemático do potencial hídrico (bars), às 15:00h.

	Gl	SQM	QM	F	Pr > F
Modelo	22	1044,619	47,482	695,61	0,0001
Erro	23	1,570	0,068		
Total	45	1046,189	-		

Média geral = 16,23

Desvio padrão = 0,522

C.V. = 3,20 %

Anexo 8. Análise de variância, com seus respectivos quadrados médios e significâncias do potencial hídrico (bars), às 15:00h.

Fonte de Variação	Gl	QM	F
Espécie de gramínea (E)	1	3,74	54,81**
Regime de umidade do solo (NUS)	2	142,27	2084,24**
Época de avaliação (EA)	3	209,99	3076,34**
E x NUS	2	0,76	11,22**
E x EA	3	4,65	68,23**
NUS x EA	6	19,90	629,57**
E x NUS x EA	5	0,61	9,02**
Erro experimental (ε)	23	0,068	-
Total	45		

* Significativo a 0,05 de probabilidade ** Significativo a 0,01 de probabilidade

Anexo 9. Análise do modelo matemático do potencial hídrico (bars), às 18:00h.

	Gl	SQM	QM	F	Pr > F
Modelo	22	523,066	23,775	146,21	0,0001
Erro	23	3,740	0,162		
Total	45	526,806	-		
Média geral = 9,81		Desvio padrão = 0,403		C.V. = 4,10%	

Anexo 10. Análise de variância, com seus respectivos quadrados médios e significâncias do potencial hídrico (bars), às 18:00h.

Fonte de Variação	Gl	QM	F
Espécie de gramínea (E)	1	1,02	6,31**
Regime de umidade do solo (NUS)	2	84,29	518,37**
Época de avaliação (EA)	3	90,46	556,31**
E x NUS	2	0,05	0,31ns
E x EA	3	4,99	30,69**
NUS x EA	6	13,65	83,96**
E x NUS x EA	5	1,39	8,61**
Erro experimental (ε)	23	0,162	-
Total	45		

* Significativo a 0,05 de probabilidade ** Significativo a 0,01 de probabilidade

Anexo 11. Análise do modelo matemático da taxa de fotossíntese líquida ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

	Gl	SQM	QM	F	Pr > F
Modelo	22	2941,269	133,694	35,12	0,0001
Erro	69	262,632	3,806		
Total	91	3203,901	-		
Média geral = 17,39		Desvio padrão = 1,95		C.V. = 11,22%	

Anexo 12. Análise de variância, com seus respectivos quadrados médios e significâncias da taxa de fotossíntese líquida ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

Fonte de Variação	Gl	QM	F
Espécie de gramínea (E)	1	196,63	51,66**
Regime de umidade do solo (NUS)	2	492,19	129,31**
Época de avaliação (EA)	3	485,08	127,44**
E x NUS	2	21,96	5,77**
E x EA	3	4,51	1,19ns
NUS x EA	6	93,22	24,49**
E x NUS x EA	5	4,64	1,22ns
Erro experimental (ε)	69	3,806	-
Total	91		

* Significativo a 0,05 de probabilidade ** Significativo a 0,01 de probabilidade

Anexo 13. Análise do modelo matemático da taxa de transpiração ($\mu\text{g.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

	Gl	SQM	QM	F	Pr > F
Modelo	22	13199030	599955	11,94	0,0001
Erro	69	3467138	50248		
Total	91	16666168	-		
Média geral = 1385,90		Desvio padrão = 224,16		C.V. = 16,17%	

Anexo 14. Análise de variância, com seus respectivos quadrados médios e significâncias da taxa de transpiração ($\mu\text{g.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

Fonte de Variação	Gl	QM	F
Espécie de gramínea (E)	1	24574	0,49ns
Regime de umidade do solo (NUS)	2	2149462	42,48**
Época de avaliação (EA)	3	1447058	28,80**
E x NUS	2	368025	7,32**
E x EA	3	547315	10,89**
NUS x EA	6	335663	6,68**
E x NUS x EA	5	155116	3,09*
Erro experimental (ϵ)	69	50248	-
Total	91		

* Significativo a 0,05 de probabilidade ** Significativo a 0,01 de probabilidade

Anexo 15. Análise do modelo matemático da temperatura foliar ($^{\circ}\text{C}$).

	Gl	SQM	QM	F	Pr > F
Modelo	22	192,657	8,757	43,88	0,0001
Erro	69	13,771	0,199		
Total	91	206,428	-		
Média geral = 32,98		Desvio padrão = 4,01		C.V. = 12,15%	

Anexo 16. Análise de variância, com seus respectivos quadrados médios e significâncias da temperatura foliar ($^{\circ}\text{C}$).

Fonte de Variação	Gl	QM	F
Espécie de gramínea (E)	1	62,77	314,51**
Regime de umidade do solo (NUS)	2	31,29	156,79**
Época de avaliação (EA)	3	9,20	46,12**
E x NUS	2	0,16	0,82ns
E x EA	3	4,44	22,26**
NUS x EA	6	5,87	29,43**
E x NUS x EA	5	0,57	2,88*
Erro experimental (ϵ)	69	0,199	-
Total	91		

* Significativo a 0,05 de probabilidade ** Significativo a 0,01 de probabilidade

Anexo 17. Análise do modelo matemático da proteína bruta da folha (%).

	GI	SQM	QM	F	Pr > F
Modelo	22	1524,722	69,305	15,38	0,0001
Erro	69	310,918	4,506		
Total	91	1835,640	-		
Média geral = 13,90		Desvio padrão = 2,12	C.V. = 15,26%		

Anexo 18. Análise de variância, com seus respectivos quadrados médios e significâncias da proteína bruta da folha (%).

Fonte de Variação	GI	QM	F
Espécie de gramínea (E)	1	535,40	118,82**
Regime de umidade do solo (NUS)	2	141,10	31,31**
Época de avaliação (EA)	3	186,34	41,35**
E x NUS	2	5,38	1,20ns
E x EA	3	4,29	0,95ns
NUS x EA	6	35,76	7,94**
E x NUS x EA	5	4,03	0,90ns
Erro experimental (ε)	69	4,506	-
Total	91		

* Significativo a 0,05 de probabilidade ** Significativo a 0,01 de probabilidade

Anexo 19. Análise do modelo matemático da proteína bruta do colmo (%).

	GI	SQM	QM	F	Pr > F
Modelo	22	1086,151	51,721	14,08	0,0001
Erro	69	242,512	3,674		
Total	91	1328,663	-		
Média geral = 8,89		Desvio padrão = 1,71	C.V. = 19,22%		

Anexo 20. Análise de variância, com seus respectivos quadrados médios e significâncias da proteína bruta do colmo (%).

Fonte de Variação	GI	QM	F
Espécie de gramínea (E)	1	413,91	112,65**
Regime de umidade do solo (NUS)	2	35,22	9,59**
Época de avaliação (EA)	3	196,43	53,46**
E x NUS	2	2,96	0,81ns
E x EA	3	1,46	0,40ns
NUS x EA	6	10,11	2,75*
E x NUS x EA	5	1,95	0,53ns
Erro experimental (ε)	69	3,674	-
Total	91		

* Significativo a 0,05 de probabilidade ** Significativo a 0,01 de probabilidade

Anexo 21. Análise do modelo matemático de açúcares solúveis totais na folha(g/mg MS).

	Gl	SQM	QM	F	Pr > F
Modelo	22	17078,966	776,316	49,62	0,0001
Erro	69	1079,526	15,645		
Total	21	18158,492	-		

Média geral = 31,51 Desvio padrão = 3,95 C.V. = 12,55%

Anexo 22. Análise de variância, com seus respectivos quadrados médios e significâncias de açúcares solúveis totais na folha (g/mg MS).

Fonte de Variação	Gl	QM	F
Espécie de gramínea (E)	1	6951,01	444,29**
Regime de umidade do solo (NUS)	2	907,48	58,00**
Época de avaliação (EA)	3	1739,32	111,17**
E x NUS	2	112,40	7,18**
E x EA	3	25,90	1,66ns
NUS x EA	6	142,32	9,10**
E x NUS x EA	5	14,96	0,96ns
Erro experimental (ε)	69	15,645	-
Total	91		

* Significativo a 0,05 de probabilidade ** Significativo a 0,01 de probabilidade

Anexo 23. Análise do modelo matemático de açúcares solúveis totais no colmo(g/mgMS).

	Gl	SQM	QM	F	Pr > F
Modelo	22	9826,65	446,66	52,80	0,0001
Erro	69	583,70	8,45		
Total	91	10410,35	-		

Média geral = 19,28 Desvio padrão = 2,90 C.V. = 15,08%

Anexo 24. Análise de variância, com seus respectivos quadrados médios e significâncias de açúcares solúveis totais no colmo (g/mg MS).

Fonte de Variação	Gl	QM	F
Espécie de gramínea (E)	1	1245,47	147,23**
Regime de umidade do solo (NUS)	2	816,01	96,46**
Época de avaliação (EA)	3	1725,18	203,93**
E x NUS	2	2,05	0,24ns
E x EA	3	49,80	5,89
NUS x EA	6	160,16	18,93**
E x NUS x EA	5	3,13	0,37ns
Erro experimental (ε)	69	8,45	-
Total	91		

* Significativo a 0,05 de probabilidade ** Significativo a 0,01 de probabilidade