



**UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ
PROGRAMA DE MESTRADO EM ZOOTECNIA**

**MORFOFISIOLOGIA DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS TROPICAIS
CULTIVADAS SOB DIFERENTES SUPRIMENTOS HÍDRICOS E
CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS**

SAMUEL ROCHA MARANHÃO

**SOBRAL - CE
FEVEREIRO - 2017**

SAMUEL ROCHA MARANHÃO

MORFOFISIOLOGIA DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS TROPICAIS
CULTIVADAS SOB DIFERENTES SUPRIMENTOS HÍDRICOS E CONDIÇÕES
EDAFOCLIMÁTICAS

**Dissertação apresentada ao
Programa de Mestrado em
Zootecnia, da Universidade
Estadual Vale do Acaraú, como
requisito parcial para obtenção
do Título de Mestre em
Zootecnia.**

Área de concentração:
Forragicultura e Pastagem

ORIENTADOR:

PESQ. DR. ROBERTO CLÁUDIO FERNANDES FRANCO POMPEU

CO-ORIENTADOR:

PESQ. DR. HENRIQUE ANTUNES DE SOUZA

SOBRAL - CE
FEVEREIRO - 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual Vale do Acaraú

Sistema de Bibliotecas

Maranhão, Samuel Rocha

Morfofisiologia de gramíneas forrageiras tropicais cultivadas sob diferentes suprimentos hídricos e condições edafoclimáticas [recurso eletrônico] / Samuel Rocha Maranhão. -- Sobral, 2017.

1 CD-ROM: il. ; 4 ³/₄ pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato pdf do trabalho acadêmico com 266 folhas.

Orientação: Prof. Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu.

Co-Orientação: Prof. Dr. Henrique Antunes de Souza .

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Vale do Acaraú / Centro de Ciências Agrárias e Biológicas

1. trocas gasosas. 2. fluxo de biomassa. 3. características estruturais. 4. lâminas de irrigação. 5. semiárido. I. Título.

SAMUEL ROCHA MARANHÃO

**MORFOFISIOLOGIA DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS TROPICAIS
CULTIVADAS SOB DIFERENTES SUPRIMENTOS HÍDRICOS E CONDIÇÕES
EDAFOCLIMÁTICAS**

Dissertação defendida e aprovada em: ____ / ____ / ____
pela Comissão Examinadora:

Dr. Magno José Duarte Cândido
Universidade Federal do Ceará - UFC
(Examinador)

Dr. Marcos Neves Lopes
Instituto Federal do Ceará - IFCE
(Examinador)

Dra. Ana Clara Rodrigues Cavalcante
Embrapa Caprinos e Ovinos - EMBRAPA
(Examinador)

Dr. Henrique Antunes de Souza
Embrapa Meio-Norte - EMBRAPA
(Examinador)

Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu
Embrapa Caprinos e Ovinos - EMBRAPA
(Presidente)

SOBRAL - CE
FEVEREIRO – 2017

Aos meus pais Antônio Maranhão Neto e Maria da Conceição Rocha Maranhão, que em mim plantaram a semente, ensinando com muito amor e paciência os verdadeiros valores da vida.

À minha companheira de todas as horas, Leda, pelo o apoio em todos os momentos difíceis e felizes.

À minha filha Ana Laysa, que me dá forças para continuar nessa caminhada.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, que me ensinou a nunca desistir. Esse foi o ensinamento divino que o *Pai* me ensinou com seu amor e fez com que meu sonho se tornasse realidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA) pela oportunidade de realização do mestrado.

À Embrapa Caprinos e Ovinos pelo apoio e infraestrutura necessária à condução desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu pelo exemplo de orientador dedicado, paciente e acima de tudo amigo. Fui agraciado pela oportunidade de trabalhar com esse exemplo de profissional e de pessoa. A você professor Roberto, meu muito obrigado.

Ao prof. Dr. Henrique Antunes de Souza pela amizade, ensinamentos e confiança depositada e pelo exemplo de professor e cientista. Muito obrigado por tudo.

Aos membros da banca, Dr. Magno José Duarte Cândido, Dr. Marcos Neves Lopes, Dra. Ana Clara Rodrigues Cavalcante pela disponibilidade e valiosas contribuições para melhoria deste trabalho.

Ao corpo docente do Mestrado Acadêmico em Zootecnia Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA/EMBRAPA) pela valiosa contribuição para minha formação profissional e pessoal.

À Prof. Dra. Aline Vieira Landim pela competência frente à coordenação do Mestrado e pela solicitude e presteza em solucionar nossos problemas.

À Joyce Sampaio pela ajuda imprescindível no decorrer desses dois anos, mostrando-se sempre disponível e gentil.

Aos colegas da turma de Mestrado 2015.1 pelos momentos difíceis e felizes vividos durante esse período de nossa formação profissional.

Aos amigos Ricardo e Renato pela ajuda e companhia nas incontáveis e sofridas horas ao sol e pelos momentos de alegria compartilhados durante a condução do experimento, meu muito obrigado a esses dois companheiros, que além de “cabras” bom de serviço, são excelentes estudantes e profissionais.

Aos colegas doutorando Clemente e Arnon pela sincera e verdadeira amizade formada e pelos momentos de estudo, tristezas e alegrias enfrentadas durante essa caminhada.

Enfim, a todos que colaboram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	14
LISTA DE FIGURAS	21
RESUMO GERAL	28
GENERAL ABSTRACT.....	29
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	30
CAPÍTULO I - REFERENCIAL TEÓRICO	32
1. Caracterização do Semiárido Brasileiro	33
2. Espécies forrageiras com potencialidades de utilização no Semiárido	33
2.1 <i>Pennisetum ciliare</i> – o capim-búffel	33
2.2 <i>Megathyrsus maximus</i>	35
2.2.1 O capim-massai	36
2.2.2 O capim-tamani	37
2.3 <i>Urochloa brizantha</i>	37
2.3.1 O capim-piatã	38
2.3.2 O capim-paiaguás	39
3. Classes texturais de solo predominantes no Semiárido Brasileiro	41
4. A textura do solo e suas implicações na disponibilidade de água e nutrientes	41
5. Efeitos da disponibilidade de água e nutrientes sobre a morfofisiologia de plantas forrageiras.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
CAPÍTULO II - MORFOFISIOLOGIA DO CAPIM-BÚFFEL (cv. Gayndah) CULTIVADO EM SOLO DE TEXTURA ARENOSA, SOB DIFERENTES SUPRIMENTOS HÍDRICOS, NOS PERÍODOS SECO E DE TRANSIÇÃO SECO/CHUVOSO.....	60
RESUMO	61
ABSTRACT	62
1. INTRODUÇÃO.....	63

2. MATERIAL E MÉTODOS.....	63
Fase de estabelecimento	66
Crescimento do capim-búffel nos períodos seco e de transição seco/chuvoso	67
Ensaio I - Avaliação das trocas gasosas	68
Ensaio II – Avaliação do fluxo de biomassa	70
Ensaio III - Avaliação das características estruturais e de biomassa.....	71
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
3.1 Trocas gasosas	73
3.1.1 Trocas gasosas na fase de estabelecimento	73
3.1.2 Trocas gasosas nos períodos seco e de transição seco/chuvoso	74
3.2 Fluxo de biomassa nos períodos seco e de transição seco/chuvoso	77
3.3 Características de biomassa e estruturais nos períodos seco e de transição seco/chuvoso.....	81
4. CONCLUSÕES.....	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
CAPÍTULO III - MORFOFISIOLOGIA DOS CAPINS MASSAI E TAMANI CULTIVADOS EM SOLO DE TEXTURA ARENOSA, SOB DIFERENTES SUPRIMENTOS HÍDRICOS, NOS PERÍODOS SECO E DE TRANSIÇÃO SECO/CHUVOSO	90
RESUMO	91
ABSTRACT	92
1. INTRODUÇÃO.....	93
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	94
Fase de estabelecimento	97
Crescimento dos capins Massai e Tamani nos períodos seco e de transição seco/chuvoso.....	97
Ensaio I - Avaliação das trocas gasosas	99
Ensaio II – Avaliação do fluxo de biomassa	101

Ensaio III- Avaliação das características estruturais e de biomassa.....	102
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	104
3.1 Trocas gasosas	104
3.1.1 Trocas gasosas na fase de estabelecimento	104
3.1.2 Trocas gasosas no período seco.....	106
3.1.3 Trocas gasosas no período de transição seco/chuvoso	107
3.2 Fluxo de biomassa	110
3.2.1 Fluxo de biomassa na fase de estabelecimento	110
3.2.2 Fluxo de biomassa no período seco.....	111
3.2.3 Fluxo de biomassa no período de transição seco/chuvoso	112
3.3 Características de biomassa e estruturais.....	114
3.3.1 Características estruturais e de biomassa na fase de estabelecimento.....	114
3.3.2 Características de biomassa e estruturais no período seco	115
3.3.3 Características de biomassa e estruturais no período de transição seco/chuvoso.....	119
4. CONCLUSÕES	123
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123
CAPÍTULO IV - MORFOFISIOLOGIA DOS CAPINS PAIAGUÁS E PIATÃ CULTIVADOS EM SOLO DE TEXTURA ARENOSA, SOB DIFERENTES SUPRIMENTOS HÍDRICOS, NOS PERÍODOS SECO E DE TRANSIÇÃO SECO/CHUVOSO	125
RESUMO	126
ABSTRACT	127
1. INTRODUÇÃO.....	128
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	129
Fase de estabelecimento	132
Crescimento dos capins Paiaguás e Piatã nos períodos seco e de transição seco/chuvoso.....	132

Ensaio I - Avaliação das trocas gasosas	134
Ensaio II – Avaliação do fluxo de biomassa	136
Ensaio III- Avaliação das características estruturais e de biomassa.....	137
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	139
3.1 Trocas gasosas	139
3.1.1 Trocas gasosas na fase de estabelecimento	139
3.1.2 Trocas gasosas no período seco.....	141
3.1.3 Trocas gasosas no período de transição seco/chuvoso	143
3.2 Fluxo de biomassa	146
3.2.1 Fluxo de biomassa na fase de estabelecimento	146
3.2.2 Fluxo de biomassa no período seco.....	147
3.2.3 Fluxo de biomassa no período de transição seco/chuvoso	149
3.3 Características estruturais e de biomassa.....	150
3.3.1 Características estruturais e de biomassa na fase de estabelecimento.....	150
3.3.2 Características de biomassa e estruturais no período seco	151
3.3.3 Características de biomassa e estruturais no período de transição seco/chuvoso.....	158
4. CONCLUSÕES	161
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	161
CAPÍTULO V - MORFOFISIOLOGIA DO CAPIM-BÚFFEL (cv. Gayndah) CULTIVADO EM SOLO DE TEXTURA MÉDIA, SOB DIFERENTES SUPRIMENTOS HÍDRICOS, NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.....	164
RESUMO	165
ABSTRACT	166
1. INTRODUÇÃO.....	167
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	168
Fase de estabelecimento	171
Crescimento do capim-búffel nos períodos seco e chuvoso.....	172

Ensaio I - Avaliação das trocas gasosas	174
Ensaio II – Avaliação do fluxo de biomassa	176
Ensaio III- Avaliação das características estruturais e de biomassa.....	176
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	178
3.1 Trocas gasosas	178
3.1.1 Trocas gasosas na fase de estabelecimento	178
3.1.2 Trocas gasosas nos períodos seco e chuvoso	179
3.2 Fluxo de biomassa nos períodos seco e chuvoso.....	182
3.3 Características de biomassa e estruturais nos períodos seco e chuvoso	184
4. CONCLUSÕES	191
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	191
CAPÍTULO VI - MORFOFISIOLOGIA DOS CAPINS MASSAI E TAMANI	
CULTIVADOS EM SOLO DE TEXTURA MÉDIA, SOB DIFERENTES	
SUPRIMENTOS HÍDRICOS, NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.....	194
RESUMO	195
ABSTRACT	196
1. INTRODUÇÃO.....	197
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	197
Fase de estabelecimento	201
Crescimento dos capins Massai e Tamani nos períodos seco e chuvoso	202
Ensaio I - Avaliação das trocas gasosas	204
Ensaio II – Avaliação do fluxo de biomassa	206
Ensaio III- Avaliação das características estruturais e de biomassa.....	207
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	208
3.1 Trocas gasosas	208
3.1.1 Trocas gasosas na fase de estabelecimento	208
3.1.2 Trocas gasosas no período seco.....	211
3.1.3 Trocas gasosas no período chuvoso	213

3.2 Fluxo de biomassa	214
3.2.1 Fluxo de biomassa na fase de estabelecimento	214
3.2.2 Fluxo de biomassa no período seco	215
3.2.3 Fluxo de biomassa no período chuvoso.....	217
3.3 Características de biomassa e estruturais.....	220
3.3.1 Características estruturais e de biomassa na fase de estabelecimento.....	220
3.3.2 Características de biomassa e estruturais no período seco	221
3.3.3 Características de biomassa e estruturais no período chuvoso	224
4. CONCLUSÕES	229
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	229
CAPÍTULO VII - MORFOFISIOLOGIA DOS CAPINS PAIAGUÁS E PIATÃ CULTIVADOS EM SOLO DE TEXTURA MÉDIA, SOB DIFERENTES SUPRIMENTOS HÍDRICOS, NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.....	232
RESUMO	233
ABSTRACT	234
1. INTRODUÇÃO.....	235
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	236
Fase de estabelecimento	239
Crescimento dos capins Paiaguás e Piatã nos períodos seco e chuvoso.....	240
Ensaio I - Avaliação das trocas gasosas	242
Ensaio II – Avaliação do fluxo de biomassa	244
Ensaio III - Avaliação das características estruturais e de biomassa.....	245
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	246
3.1 Trocas gasosas	246
3.1.1 Trocas gasosas na fase de estabelecimento	246
3.1.2 Trocas gasosas no período seco.....	248
3.1.3 Trocas gasosas no período chuvoso	250
3.2 Fluxo de biomassa	252

3.2.1 Fluxo de biomassa na fase de estabelecimento	252
3.2.2 Fluxo de biomassa no período seco.....	252
3.2.3 Fluxo de biomassa no período chuvoso.....	254
3.3 Características de biomassa e estruturais.....	255
3.3.1 Características estruturais e de biomassa na fase de estabelecimento.....	255
3.3.2 Características estruturais e de biomassa no período seco	256
3.3.3 Características estruturais e de biomassa no período chuvoso	259
4. CONCLUSÕES	262
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	263
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	265

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1. Atributos químicos e granulométricos da camada de 0-0,2 m do solo Argissolo.....	66
Tabela 2. Temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação e velocidade do vento, registrados a cada horário de coleta durante a aferição das trocas gasosas do capim-búffel na fase de estabelecimento.	69
Tabela 3. Curso diário de trocas gasosas do capim-búffel durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (% E_t).	74
Tabela 4. Trocas gasosas do capim-búffel nos períodos seco e de transição seco/chuvoso sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (% E_t).	76
Tabela 5. Fluxo de biomassa de biomassa do capim-búffel nos períodos seco e de transição seco/chuvoso sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (% E_t).	78
Tabela 6. Produção de biomassa e eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde do capim-búffel nos períodos seco e de transição seco/chuvoso sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (E_t).	82
Tabela 7. Características estruturais do capim-búffel nos períodos seco e de transição seco/chuvoso sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (% E_t).	85

CAPÍTULO III

Tabela 1. Atributos químicos e granulométricos da camada de 0-0,2 m do solo Argissolo.....	96
Tabela 2. Temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação e velocidade do vento, registrados a cada horário de coleta durante a aferição das trocas gasosas na fase de estabelecimento.	100
Tabela 3. Curso diário de trocas gasosas dos capins Massai e Tamani durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (% E_t).	105

Tabela 4. Trocas gasosas dos capins Massai e Tamani durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	107
Tabela 5. Trocas gasosas dos capins Massai e Tamani durante o período de transição seco/chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	109
Tabela 6. Fluxo de biomassa dos capins Massai e Tamani durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	111
Tabela 7. Fluxo de biomassa de biomassa dos capins Massai e Tamani durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	112
Tabela 8. Fluxo de biomassa dos capins Massai e Tamani durante o período de transição seco/chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	114
Tabela 9. Características estruturais, de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Massai e Tamani durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	115
Tabela 10. Características de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Massai e Tamani durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	115
Tabela 11. Características estruturais dos capins Massai e Tamani durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	117
Tabela 12. Características de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Massai e Tamani durante o período de transição seco/chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	120
Tabela 13. Características estruturais dos capins Massai e Tamani durante o período de transição seco/chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	122

CAPÍTULO IV

Tabela 1. Atributos químicos e granulométricos da camada de 0-0,2 m do solo Argissolo.....	131
---	-----

Tabela 2. Temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação e velocidade do vento, registrados a cada horário de coleta durante a aferição das trocas gasosas na fase de estabelecimento.	135
Tabela 3. Curso diário de trocas gasosas dos capins Paiaguás e Piatã durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	140
Tabela 4. Trocas gasosas dos capins Paiaguás e Piatã durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	143
Tabela 5. Trocas gasosas dos capins Paiaguás e Piatã durante o período de transição seco/chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	145
Tabela 6. Fluxo de biomassa dos capins Paiaguás e Piatã durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	147
Tabela 7. Fluxo de biomassa de biomassa dos capins Paiaguás e Piatã durante o período de seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	148
Tabela 8. Fluxo de biomassa de biomassa dos capins Paiaguás e Piatã durante o período de transição seco/chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	150
Tabela 9. Características estruturais, de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Paiaguás e Piatã durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	151
Tabela 10. Características de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Paiaguás e Piatã durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	153
Tabela 11. Características estruturais dos capins Paiaguás e Piatã durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	156
Tabela 12. Características de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Paiaguás e Piatã durante o período de transição seco/chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	159

Tabela 13. Características estruturais dos capins Paiaguás e Piatã durante o período de transição seco/chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	160
--	-----

CAPÍTULO V

Tabela 1. Atributos químicos e granulométricos da camada de 0-0,2 m do solo Luvissole.	170
--	-----

Tabela 2. Temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação e velocidade do vento, registrados a cada horário de coleta durante a aferição das trocas gasosas do capim-búffel na fase de estabelecimento.	174
---	-----

Tabela 3. Curso diário de trocas gasosas do capim-búffel durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	179
--	-----

Tabela 4. Trocas gasosas do capim-búffel durante os períodos seco e chuvoso sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	181
---	-----

Tabela 5. Fluxo de biomassa de biomassa do capim-búffel durante os períodos seco e de chuvoso sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	183
---	-----

Tabela 6. Produção de biomassa e eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde do capim-búffel durante os períodos seco e chuvoso sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	185
---	-----

Tabela 7. Características estruturais do capim-búffel durante os períodos seco e chuvoso sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	190
--	-----

CAPÍTULO VI

Tabela 1. Atributos químicos e granulométricos da camada de 0-0,2 m do solo Luvissole.	200
--	-----

Tabela 2. Temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação e velocidade do vento, registrados a cada horário de coleta durante a aferição das trocas gasosas na fase de estabelecimento.	204
---	-----

Tabela 3. Curso diário de trocas gasosas dos capins Massai e Tamani durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	209
Tabela 4. Trocas gasosas dos capins Massai e Tamani durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	212
Tabela 5. Trocas gasosas dos capins Massai e Tamani durante o período chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	214
Tabela 6. Fluxo de biomassa dos capins Massai e Tamani durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	215
Tabela 7. Fluxo de biomassa de biomassa dos capins Massai e Tamani durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	216
Tabela 8. Fluxo de biomassa dos capins Massai e Tamani durante o período chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).....	219
Tabela 9. Características estruturais, de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Massai e Tamani durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	221
Tabela 10. Características de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Massai e Tamani durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	222
Tabela 11. Características estruturais dos capins Massai e Tamani durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	223
Tabela 12. Características de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Massai e Tamani durante o período chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	225
Tabela 13. Características estruturais dos capins Massai e Tamani durante o período chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	228

CAPÍTULO VII

Tabela 1. Atributos químicos e granulométricos da camada de 0-0,2 m do solo Luvissole.	238
Tabela 2. Temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação e velocidade do vento, registrados a cada horário de coleta durante a aferição das trocas gasosas na fase de estabelecimento.	242
Tabela 3. Curso diário de trocas gasosas dos capins Paiaguás e Piatã durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (% E_t_0).	248
Tabela 4. Trocas gasosas dos capins Paiaguás e Piatã no período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (% E_t_0).	249
Tabela 5. Trocas gasosas dos capins Paiaguás e Piatã no período chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (% E_t_0).	251
Tabela 6. Fluxo de biomassa dos capins Paiaguás e Piatã durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (% E_t_0).	252
Tabela 7. Fluxo de biomassa de biomassa dos capins Paiaguás e Piatã no período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (% E_t_0).....	253
Tabela 8. Fluxo de biomassa de biomassa dos capins Paiaguás e Piatã no período chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (% E_t_0).	254
Tabela 9. Características estruturais, de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Paiaguás e Piatã na fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (% E_t_0).....	256
Tabela 10. Características de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Paiaguás e Piatã no período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (% E_t_0).	257
Tabela 11. Características estruturais dos capins Paiaguás e Piatã no período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (% E_t_0).	258

Tabela 12. Características de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Paiaguás e Piatã no período chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).	260
Tabela 13. Características estruturais dos capins Paiaguás e Piatã no período chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀).....	262

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

- Figura 1** - Médias semanais de temperatura média e precipitação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos 64
- Figura 2** - Médias semanais de radiação global, umidade relativa do ar e insolação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos 64
- Figura 3** - Visão geral da área experimental..... 65
- Figura 4** - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal na fase de estabelecimento do capim-búffel sob o tratamento com a lâmina de 100% da E_{t_0} . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo 67
- Figura 5** - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal durante os períodos seco e de transição seco/chuvoso do capim-búffel sob os tratamentos com as lâminas de irrigação de 30, 60, 90 e 120% da E_{t_0} . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo..... 68
- Figura 6** - Detalhe da aferição das trocas gasosas na porção mediana da folha..... 69
- Figura 7** - Perfilhos de capim-búffel, antes (a) e após o desbaste (b). Detalhe para a identificação dos perfilhos para o ensaio de fluxo de biomassa (c) 70
- Figura 8** - Corte de 2/3 das folhas do capim-búffel. Detalhe para os perfilhos, antes (a) durante (b) e após a remoção da biomassa vegetal (c) 72
- Figura 9** - Concentração interna de CO_2 (C_i) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência ($\%E_{t_0}$)), em dois períodos (seco e transição seco/chuvoso)..... 77
- Figura 10** - Taxa de alongamento foliar (TAIF) (a) e taxa de alongamento das hastes (TAIH) (b) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência ($\%E_{t_0}$)), em dois períodos (seco e transição seco/chuvoso)..... 78
- Figura 11** - Taxa de senescência (TSF) (a) e filocrono (FIL) (b) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência ($\%E_{t_0}$)), em dois períodos (seco e transição seco/chuvoso) 79
- Figura 12** - Biomassa de lâmina foliar verde (BLV) (a) e biomassa de colmo verde (BCV) (b) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência ($\%E_{t_0}$)), em dois períodos (seco e transição seco/chuvoso) 84

Figura 13 - Eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde (EUA_{BFV}) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência ($\%Et_0$)), em dois períodos (seco e transição seco/chuvoso)	84
Figura 14 - Relação lâmina foliar/colmo (F/C) (a) e altura do dossel (ALT) (b) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência ($\%Et_0$)), em dois períodos (seco e transição seco/chuvoso)	87

CAPÍTULO III

Figura 1 - Médias semanais de temperatura média e precipitação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos	94
Figura 2 - Médias semanais de radiação global, umidade relativa do ar e insolação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos	95
Figura 3 - Visão geral da área experimental.....	96
Figura 4 - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal na fase de estabelecimento das gramíneas Massai e Tamani sob o tratamento com a lâmina de 100% da Et_0 . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo	98
Figura 5 - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal durante os períodos seco e de transição seco/chuvoso dos capins Massai e Tamani sob os tratamento com as lâminas de irrigação de 30, 60, 90 e 120% da Et_0 . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo	99
Figura 6 - Detalhe da aferição das trocas gasosas na porção mediana da folha.....	100
Figura 7 - Desbaste e escolha de perfilhos de capim-tamani (a) e detalhe para a identificação dos perfilhos para o ensaio de fluxo de biomassa (b)	101
Figura 8 - Corte de 2/3 das folhas do capim-massai. Detalhe para os perfilhos, antes (a) e após a remoção da biomassa vegetal (b).....	103
Figura 9 - Concentração interna de CO_2 (C_i) dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência ($\%Et_0$)), durante o período de transição seco/chuvoso	110
Figura 10 - Biomassa de lâmina foliar verde (BLV) dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência ($\%Et_0$)), durante o período seco.....	116

Figura 11 - Densidade populacional de perfilhos (DPP) dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_{t_0})), durante o período seco.....	119
Figura 12 - Biomassa de colmo verde (BCV) dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_{t_0})), durante o período de transição seco/chuvoso	121
Figura 13 - Relação lâmina foliar/colmo (F/C) (a) e altura do dossel (ALT) (b) dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_{t_0})), durante o período de transição seco/chuvoso	123

CAPÍTULO IV

Figura 1 - Médias semanais de temperatura média e precipitação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos	129
Figura 2 - Médias semanais de radiação global, umidade relativa do ar e insolação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos	130
Figura 3 - Visão geral da área experimental.....	131
Figura 4 - Distribuição espacial dos vasos* em bancadas de metal na fase de estabelecimento das gramíneas Paiaguás e Piatã sob o tratamento com a lâmina de 100% da E_{t_0} . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo	133
Figura 5 - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal durante os períodos seco e de transição seco/chuvoso dos capins Paiaguás e Piatã sob os tratamento com as lâminas de irrigação de 30, 60, 90 e 120% da E_{t_0} . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo	134
Figura 6 - Detalhe da aferição das trocas gasosas na porção mediana da folha.....	135
Figura 7 - Desbaste (a) e escolha de perfilhos de capim-paiaguás (b) e detalhe para a identificação dos perfilhos para o ensaio de fluxo de biomassa (c)	136
Figura 8 - Corte de 2/3 das folhas do capim-piatã. Detalhe para o corte dos perfilhos (a) e após a remoção da biomassa vegetal (b).....	138
Figura 9 - Taxa de fotossíntese foliar dos capins Paiaguás e Piatã durante o curso diário de trocas gasosas na fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (% E_{t_0})	141

Figura 10 - Concentração interna de CO ₂ (Ci) dos capins Paiaguás e Piatã submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀)), durante o período de transição seco/chuvoso	146
Figura 11 - Biomassa de forragem morta (BFM) dos capins Paiaguás e Piatã submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀)), durante o período seco.....	154
Figura 12 - Relação lâmina foliar/colmo (F/C) dos capins Paiaguás e Piatã submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀)), durante o período seco.....	157

CAPÍTULO V

Figura 1 - Médias semanais de temperatura média e precipitação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos	168
Figura 2 - Médias semanais de radiação global, umidade relativa do ar e insolação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos	169
Figura 3 - Visão geral da área experimental.....	170
Figura 4 - Produção das mudas das gramíneas em casa de vegetação (a) e detalhe para o ataque de pássaros (b).....	171
Figura 5 - Retirada das plântulas de capim-búffel das bandejas (a), transplântio (b) e detalhe para os núcleos pós-transplântio (c).....	171
Figura 6 - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal na fase de estabelecimento do capim-búffel sob o tratamento com a lâmina de 100% da Et ₀ . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo	173
Figura 7 - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal durante os períodos seco e chuvoso do capim-búffel sob os tratamento com as lâminas de irrigação de 30, 60, 90 e 120% da Et ₀ . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo	173
Figura 8 - Detalhe da aferição das trocas gasosas na porção mediana da folha.....	175
Figura 9 - Taxa de transpiração foliar (E) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (%Et ₀)), em dois períodos (seco e chuvoso).....	182

Figura 10 - Taxa de alongamento foliar (TAIF) (a) e taxa de alongamento das hastes (TAIH) (b) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_{t_0})), em dois períodos (seco e chuvoso).....	184
Figura 11 - Biomassa de lâmina foliar verde (BLV) (a) e biomassa de colmo verde (BCV) (b) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_{t_0})), em dois períodos (seco e chuvoso).....	186
Figura 12 - Eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde (EUA_{BFV}) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_{t_0})), em dois períodos (seco e chuvoso).....	188
Figura 13 - Relação lâmina foliar/colmo (F/C) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_{t_0})), em dois períodos (seco e chuvoso).....	191

CAPÍTULO VI

Figura 1 - Médias semanais de temperatura média e precipitação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos	198
Figura 2 - Médias semanais de radiação global, umidade relativa do ar e insolação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos	199
Figura 3 - Visão geral da área experimental.....	200
Figura 4 - Produção das mudas das gramíneas em casa de vegetação (a) e detalhe para o ataque de pássaros (b).....	201
Figura 5 - Detalhes para o transplântio das mudas dos capins Massai e Tamani.....	201
Figura 6 - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal na fase de estabelecimento dos capins Massai e Tamani sob o tratamento com a lâmina de 100% da E_{t_0} . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo	203
Figura 7 - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal durante os períodos seco e chuvoso dos capins Massai e Tamani sob os tratamento com as lâminas de irrigação de 30, 60, 90 e 120% da E_{t_0} . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo.....	203
Figura 8 - Detalhe da aferição das trocas gasosas na porção mediana da folha.....	205
Figura 9 - Detalhe para a identificação dos perfilhos de capim-tamani para o ensaio de fluxo de biomassa.....	206

Figura 10 - Taxa de transpiração foliar (E) (a) e condutância estomática (gs) (b) dos capins Massai e Tamani durante o curso diário de trocas gasosas na fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (E_{t_0}).....	211
Figura 11 - Concentração interna de CO_2 dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência ($\%E_{t_0}$)), durante o período seco.....	213
Figura 12 - Filocrono dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência ($\%E_{t_0}$)), durante o período seco	217
Figura 13 - Taxa de alongamento das hastes (TAIH) dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência ($\%E_{t_0}$)), durante o período chuvoso	220
Figura 14 - Número de folhas vivas por perfilho (NFV) dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência ($\%E_{t_0}$)), durante o período seco.....	224
Figura 15 - Biomassa de colmo verde (BCV) (a) e biomassa de forragem morta (BFM) (b) dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência ($\%E_{t_0}$)), durante o período chuvoso	226
Figura 16 - Altura do dossel (ALT) dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência ($\%E_{t_0}$)), durante o período chuvoso.....	229

CAPÍTULO VII

Figura 1 - Médias semanais de temperatura média e precipitação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos	236
Figura 2 - Médias semanais de radiação global, umidade relativa do ar e insolação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos	237
Figura 3 - Visão geral da área experimental.....	238
Figura 4 - Produção das mudas das gramíneas em casa de vegetação (a) e detalhe para o ataque de pássaros (b).....	239
Figura 5 - Detalhes para o transplântio das mudas dos capins Paiaguás e Piatã.....	239

Figura 6 - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal na fase de estabelecimento dos capins Paiaguás e Piatã sob o tratamento com a lâmina de 100% da E_{t_0} . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo	241
Figura 7 - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal durante os períodos seco e chuvoso dos capins Paiaguás e Piatã sob os tratamento com as lâminas de irrigação de 30, 60, 90 e 120% da E_{t_0} . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo.....	241
Figura 8 - Detalhe da aferição das trocas gasosas na porção mediana da folha.....	243
Figura 9 - Detalhe para a identificação dos perfilhos de capim-paiaguás para o ensaio de fluxo de biomassa	244
Figura 10 - Taxa de alongamento das hastes (TAIH) dos capins Paiaguás e Piatã submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência ($\%E_{t_0}$)), no período seco.....	254
Figura 11 - Relação lâmina foliar/colmo (F/C) dos capins Paiaguás e Piatã submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência ($\%E_{t_0}$)), no período seco.....	259

RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar as trocas gasosas, o fluxo de biomassa e as características estruturais e de biomassa de cinco gramíneas forrageiras tropicais: Búffel (*Pennisetum ciliare* (L.) Link) cultivar Gayndah; Paiaguás e Piatã (*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster); Massai e Tamani (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs), implantadas em duas classes texturais de solo (arenosa e média) e supridas com diferentes regimes de irrigação. As gramíneas foram agrupadas em gêneros botânicos para a condução das análises estatísticas, sendo comparadas entre si nas fases de crescimento. No caso do capim-búffel, as informações foram agrupadas em períodos, sendo comparado o desempenho da cultivar entre período de crescimento. As trocas gasosas foram conduzidas em três fases: estabelecimento, onde foi realizado um curso diário sob o regime de irrigação de 100% da E_{t0} , e períodos seco e de transição seco/chuvoso quando o ensaio se deu em solo de textura arenosa; e seco e chuvoso quando as avaliações foram realizadas em solo de textura média. As avaliações de fluxo de biomassa e características de biomassa e estruturais também foram realizadas em três períodos, seguindo o mesmo desenvolvimento das trocas gasosas. Com relação aos resultados em solo de textura arenosa, o capim-búffel apresentou as melhores respostas morfofisiológicas e estruturais no período seco, com o maior acúmulo de forragem verificado no regime de 90% da E_{t0} . Já no tocante aos capins Massai e Tamani observaram-se maiores taxas de senescência foliar e maior acúmulo de biomassa de colmo verde no capim-tamani e, a semelhança do capim-búffel, o nível de 90% da E_{t0} favorece o desempenho das funções fisiológicas desta, traduzindo em melhores características produtivas. No que se refere aos capins Paiaguás e Piatã, as melhores características morfofisiológicas, estruturais e de produção de biomassa de lâminas foliares foram verificadas no capim-piatã, especialmente pela menor taxa de senescência foliar, das hastes e maior produção de lâminas foliares no regime de 30% da E_{t0} no período seco. Já em relação aos resultados em solo de textura média, o capim-búffel apresentou as melhores respostas no período seco, como maior eficiência no uso da água, maior relação lâmina foliar/colmo e número de folhas vivas, sendo observado que, no regime de 60% da E_{t0} durante o período seco, favoreceu as melhores características estruturais e produtivas quando do início do período chuvoso. No tocante aos capins Massai e Tamani, o capim-massai apresentou comportamento semelhante nos períodos seco e chuvoso, principalmente pela reduzida taxa de senescência foliar e baixo alongamento das hastes, mostrando-se mais resiliente aos menores regimes de irrigação. Para os capins Paiaguás e Piatã, por sua vez, foi verificado maior eficiência no uso da água e maior produção de lâminas foliares na fase de estabelecimento no capim-piatã, característica morfofisiológica interessante para uso em sistemas de baixo regime hídrico, além de apresentar menor biomassa de colmo e de forragem morta nos períodos seco e chuvoso. De maneira geral, os maiores registros dos parâmetros fisiológicos foram observados nos horários de maior intensidade luminosa, independentemente da cultivar e da classe de solo a que estavam implantadas, o que mostra elevada capacidade fotossintética das gramíneas forrageiras tropicais. De igual modo, o regime de 30% da E_{t0} no período seco possibilitou a manutenção do status morfofisiológico das gramíneas sem ocasionar morte de perfilhos e perda do vigor da rebrotação com a entrada no período das águas.

Palavras-chave: Condições edafoclimáticas, lâminas de irrigação, gramíneas forrageiras tropicais.

GENERAL ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the gas exchange, the biomass flow and the structural and biomass characteristics of five tropical forage grasses: Búffel (*Pennisetum ciliare* (L.) Link) cv. Gayndah; Paiaguás and Piatã (*Urochloa brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) R.D. Webster); Massai and Tamani (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs), implanted in two soil texture classes (sandy and medium) and supplied with different irrigation regimes. The grasses were grouped in botanical genera to conduct the statistical analyzes, being compared among themselves in the growth phases. In the case of the buffel grass, the information was grouped in periods, being compared the performance of the cultivar between period of growth. The gas exchanges were conducted in three phases: establishment, where a daily course was performed under the 100% E_{t_0} irrigation regime, and dry and dry/rainy transition periods when the test occurred in sandy soil; and dry and rainy when the evaluations were performed in medium texture soil. Biomass flow and biomass and structural characteristics were also evaluated in three periods, following the same development of gas exchanges. Regarding the results in sandy soil, buffel grass had the best morphophysiological and structural responses in the dry period, with the highest forage accumulation verified in the 90% E_{t_0} regimen. Regarding the Massai and Tamani grasses, there was a higher leaf senescence rate and a higher accumulation of green stem biomass in the tall grass, and similar to the buffel grass, the 90% level of E_{t_0} favors the performance of the physiological functions of this, translating into better productive characteristics. Regarding the Paiaguás and Piatã grasses, the best morphophysiological, structural and biomass characteristics of leaf blades were observed in the piatã grass, especially due to the lower foliar senescence rate, stems and greater foliar leaf production in the 30% E_{t_0} in the dry period. Regarding the results in medium textured soil, buffel grass presented the best responses in the dry period, such as higher water use efficiency, higher leaf/stem ratio and number of live leaves, and it was observed that in the 60% of E_{t_0} during the dry season favored the best structural and productive characteristics at the beginning of the rainy season. Massai and Tamani grasses showed similar behavior in the dry and rainy seasons, mainly due to the reduced rate of leaf senescence and low elongation of the stems, which was more resilient to the lower irrigation regimes. For Paiaguás and Piatã grasses, in turn, greater efficiency in the use of water and greater production of leaf blades in the stage of establishment in the piatã grass, an interesting morphophysiological characteristic for use in systems of low water regime were verified, besides presenting lower stem biomass and dead forage in the dry and rainy seasons. In general, the greatest records of physiological parameters were observed at the highest light intensity, independently of the cultivar and the soil class to which they were implanted, which shows high photosynthetic capacity of the tropical forage grasses. Likewise, the regime of 30% E_{t_0} in the dry season allowed the maintenance of morphophysiological status of grasses without causing tiller death and loss of regrowth vigor with the entry into the water period.

Keywords: Soil and climatic conditions, irrigation blades, tropical forage grasses.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A exploração pecuária no Semiárido Brasileiro é sustentada especialmente pela vegetação nativa. A limitada disponibilidade de forragem, em quantidade e qualidade, aliada a sazonalidade e irregularidade pluviométrica, são fatores limitantes da produtividade dos rebanhos bovino, caprino e ovino. Entretanto, a utilização de essências forrageiras, nativas e exóticas, eleva o potencial de produção de forragem através de sua aplicação como enriquecimento de pastagens nativas e formação de pastagem cultivada (SOUSA e ARAÚJO FILHO, 2001).

Diante dos ciclos de estiagem e secas prolongadas, a utilização de tecnologias que promovam a conservação dos recursos hídricos e que propiciem um manejo mais eficiente da água de irrigação é fundamental para convivência harmoniosa em regiões com elevadas taxas de evapotranspiração, principalmente em áreas de pastagem irrigada. A adoção de técnicas simples como o uso do Tanque Classe “A”, possibilita maior eficiência no uso da água e sustentabilidade econômica e social no manejo da irrigação (MEDEIROS et al., 2013).

A avaliação de gramíneas forrageiras tropicais, para as condições de semiárido, tem alcançado destaque pelos centros de pesquisa nas últimas décadas, sobretudo pela busca de genótipos com elevado potencial de produção de forragem, adaptabilidade e persistência (MOREIRA et al., 2007). Não há muito tempo, foram lançadas novas cultivares de gramíneas de *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S.W.L. Jacobs [Antigamente: *Panicum maximum* Jacq.] e *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster [Antigamente: *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf] (COOK e SCHULTZE-KFRAFT, 2015) pela Embrapa, porém poucos são os trabalhos nas condições edafoclimáticas do semiárido e suas respostas ao uso de insumos, como a adubação nitrogenada.

De fato, as características edáficas influenciam na adsorção dos nutrientes e água, com atenção especial para a textura do solo. Em grande parte, as pastagens são relegadas as piores áreas da propriedade, com predominância de solos já exauridos pela atividade agrícola ou em áreas de solos arenosos com fertilidade naturalmente reduzida. Todavia, solos com melhores propriedades físico-químicas são utilizados por produtores que adotam o sistema mais intensivo de produção de forragem com o uso de irrigação.

Assim, o sistema de produção de forragem no semiárido é ao mesmo tempo diversificado e peculiar, carecendo de informações mais detalhadas para o manejo

racional da irrigação, da utilização de fertilizantes e da escolha de forrageiras que melhor se adequem as mais diversas classes de solos que predominam nos sertões nordestino.

Por essa razão, objetivou-se avaliar os parâmetros fisiológicos e as características morfogênicas e estruturais de cinco gramíneas forrageiras tropicais submetidas a diferentes regimes de irrigação e condições edafoclimáticas.

CAPÍTULO I
REFERENCIAL TEÓRICO

1. Caracterização do Semiárido Brasileiro

A região Semiárida brasileira abrange uma extensão de 982.563,3 km², com a região Nordeste detentora de aproximadamente 89,5% do total, correspondendo a 878.973,34 km² de área. À exceção do Estado do Maranhão, a região Semiárida abrange os demais estados nordestinos e norte do Estado de Minas Gerais, esse último comportando 10,5% do total (103.589,96 km²) (IBGE, 2016).

A atual delimitação de Semiárido tem como base o Índice de Aridez de Thorntwaite de 1941, baseado na isoieta de 800 mm, índice municipal de aridez de até 0,50 e risco de seca superior a 60% (IBGE, 2016). Apresenta evapotranspiração média superior a 2.700 mm anuais com regime de chuvas distribuídas no período de três a quatro meses, tendo a zona de convergência intertropical (ZCIT), como o principal fenômeno atmosférico causador das precipitações nesta região (ARAÚJO FILHO, 2013).

2. Espécies forrageiras com potencialidades de utilização no Semiárido

Os ecossistemas de pastagens constituem a forma mais econômica de alimentação dos rebanhos ao redor do mundo, permitindo a produção animal a custos relativamente baixos em detrimento a outras formas de utilização da forragem e alimentos (FONSECA e MARTUSCELLO, 2010). No Brasil, segundo o último censo agropecuário realizado pelo IBGE no ano de 2006, as pastagens (naturais e cultivadas) ocupam uma área aproximada de 172.333.073 de hectares. Na região Nordeste, recobrem aproximadamente 32.648.537 de hectares, representando 19% do total das pastagens brasileiras.

As pastagens cultivadas no Semiárido nordestino foram ocupadas primeiramente por gramíneas africanas do gênero *P. ciliare*, *Cynodon* e *Andropogon* (CÂNDIDO et al.; 2005) e posteriormente por gramíneas dos gêneros *Megathyrsus*, onde sua entrada no Nordeste deu-se através do Estado da Bahia por volta do século XVIII, e *Urochloa*, esta última em menor proporção no Nordeste chegando ao Brasil na década de 60, contudo, apesar de recente, obteve rápida expansão de norte a sul do país (ROCHA, 1988).

2.1 *Pennisetum ciliare* – o capim-búffel

Originário das áreas secas do continente africano, além da Índia, Arábia e Paquistão, o capim-búffel apresenta grande tolerância ao estresse hídrico sendo bastante

utilizado para formação de pastagens no Semiárido Brasileiro. Além da resistência à seca, suas raízes são profundas e o colmo contém em sua base apreciável quantidade de carboidratos de reserva, o que confere a essa gramínea rápida recuperação ao período de estiagem e ao fogo (BOTREL et al., 1998).

De acordo com Oliveira (1993), o capim-búffel foi introduzido no Brasil no ano de 1952 em São Paulo, para posteriormente ser levado para a região Nordeste após uma série de avaliações prévias. Essas avaliações demonstraram que o gênero em questão apresenta características fundamentais para o clima Semiárido, como resistência a estiagem e a baixos índices de precipitação, além de boa produtividade. Ainda segundo o autor, em condições de sequeiro, a biomassa vegetal que fica no campo após o término do período chuvoso, permanece sob a forma de “feno em pé” sem ocorrer significativa decomposição, semelhante ao extrato herbáceo da vegetação nativa, fornecendo valiosa oferta de forragem aos rebanhos.

A procura por gramíneas forrageiras que atendessem aos mais diferentes ecossistemas do Semiárido Brasileiro resultou no desenvolvimento das cultivares de capim-búffel hoje disponíveis. Dentre os centros de pesquisa da região, o Centro de Pesquisa do Trópico Semiárido – EMBRAPA Semiárido tem merecida notoriedade no estudo e melhoramento de gramíneas do gênero *P. ciliare* que conta com 114 acessos (OLIVEIRA et al., 1999). Os resultados desses estudos apontaram para o destaque de algumas cultivares, distribuídas em grupos conforme o porte.

As cultivares Biloela, Molopo, Numbank, Boorara, Lawes, Pusa Giant e Buchuma conosite são classificadas como de porte alto, medindo entre 1,0 e 1,6 metros, mais produtivas e com vigoroso sistema radicular. O grupo de cultivares de médio porte compreendem Gayndah, Americano, CPATSA 7754 e Áridus, apresentando florescimento precoce, dossel mais denso e sistema radicular menos desenvolvido em razão do porte. Por sua vez, as cultivares de menor porte têm como referência a cultivar West Australian, com grande potencial de produção de sementes e tolerância a estiagem, folhagem densa, sendo indicada para criação de pequenos ruminantes (OLIVEIRA et al., 1999).

De acordo com Silva et al., (1987), a cultivar Gayndah, juntamente com a Biloela, chegaram ao Brasil importadas da Austrália e ambas tornaram-se as cultivares mais utilizadas na fase inicial da introdução do Búffel no Brasil. A cultivar Gayndah, detém de um porte intermediário, com aproximadamente 77 cm, semiprostradas, com bom potencial de perfilhamento (BOTREL et al., 1998).

Silva et al., (1987) avaliaram treze cultivares de capim-búffel a fim de identificar quais melhor se adaptava ao Semiárido e suas características produtivas e nutritivas. A cultivar Gayndah obteve produtividade média de 4130 kg ha⁻¹ de matéria seca e sobressaiu-se das demais quanto ao valor nutritivo com concentrações de 12,43% de PB.

Os dados de produção animal registrados por Silva et al., (2001) em uma área de Caatinga 100% manipulada e enriquecida com capim-búffel (cv. Gayndah), em contraste com a vegetação nativa, mostram um incremento de ganho de peso médio diário de novilhos de 0,090 e 0,460 kg por cabeça, resultando em uma produtividade de 4,2 e 123,9 kg ha⁻¹, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Chaves Filho et al., (1982) e Lira et al., (1987) em pastagens formadas de capim-búffel (cv. Gayndah) no Estado de Pernambuco. Os autores observaram ganhos diários médio de peso vivo animal de 0,485 e 0,326 kg por animal, respectivamente.

Diante do exposto, a cultivar Gayndah mostra ser opção viável para a formação de pastagem cultivada e para o incremento da produção de forragem pela vegetação nativa da Caatinga. Em sua maioria, os cultivares de *P. ciliare* apresentam florescimento precoce, o que deprecia a qualidade da forragem pela perda do seu valor nutritivo. Contudo, a rápida disseminação de sementes é um mecanismo de escape interessante para regiões com precipitações irregulares e escassas, o que propicia a formação de um banco de sementes e a persistência e seguridade da gramínea na pastagem.

2.2 *Megathyrsus maximus*

Gramíneas forrageiras de origem africana, mas precisamente do leste do continente, o gênero *Megathyrsus maximus* é reconhecido ao redor do mundo pela sua elevada produtividade, qualidade e por suas características de adaptabilidade as mais diversas condições edafoclimáticas. É considerada a forrageira tropical mais produtiva com propagação via sementes, além de excelente aceitabilidade pelos ruminantes e equídeos. O registro de sua chegada ao Brasil é incerto, porém, acredita-se que tenha surgido no período colonial servindo como cama para os escravos nos navios negreiros (JANK, et al., 2010).

No início da década de 80, a Embrapa Gado de Corte em parceria com o Institut de Recherche pour le Développement (IRD), anteriormente denominado Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération

(ORSTOM), recebeu 426 acessos apomíticos e 417 plantas sexuais, sendo selecionados 25 acessos que foram avaliados na 1ª Rede de Ensaios Nacional. Como resultados, os sete melhores acessos passaram por avaliações de pastejo, desempenho animal, exigências em fertilidade do solo e susceptibilidade a pragas e doenças, levando ao lançamento das cultivares Tanzânia (1990), Mombaça (1993), Massai (2001) (EMBRAPA, 2001) e mais recentemente a cultivar Tamani em 2015 (EMBRAPA, 2015).

2.2.1 O capim-massai

O capim-massai apresenta porte baixo, crescimento cespitoso, formando touceiras de 60 cm de altura com grande quantidade de perfilhos, de folhas estreitas e quebradiças com largura média de 09 mm. É recomendado para diversas formas de utilização, seja para pastejo em sistemas extensivos, intensivos, rotacionados e para corte (fenação) (JANK et al., 2010). Apresenta boa produtividade de folhas (15,6 Mg ha⁻¹ de MS) semelhante a cultivar Colômbio (14,3 Mg ha⁻¹) com menor estacionalidade de produção (53%) que esta última. Em relação as suas características nutricionais, apresenta boa concentração de proteína bruta de nas folhas (12,5%) e nos colmos (8,5%), equivalente a cv. Tanzânia (EMBRAPA, 2001).

Os ensaios realizados pela Embrapa Gado de Corte em rede nacional, mostra que o capim-massai apresentou boa produção desde latitudes 3° até 23°S, altitudes de 100 a 1.007 metros acima do nível do mar, precipitações de 1.040 a 1.865 milímetros e em solos de pH 4,9 até 6,8. (EMBRAPA, 2001).

Na região Nordeste, vários estudos tem sido conduzidos no intuito de avaliar as características produtivas e de adaptabilidade da cv. Massai aos mais diferentes sistemas de produção e ao clima Semiárido.

Lopes (2012), avaliando as trocas gasosas e características morfofisiológicas do capim-massai sob ciclos de pastejo e doses crescentes de adubo nitrogenado, constatou que a dose equivalente de até 934 kg ha⁻¹ano⁻¹ de nitrogênio propicia respostas favoráveis para as variáveis em questão, ao passo que, para os ciclos de pastejo, o autor pondera que tendo em conta um nível de manejo cuidadoso, não há alterações significantes nas características morfofisiológica do pasto.

Carvalho et al., (2014), avaliando as características do capim-massai em diferentes sistemas de cultivo sob pastejo, observaram que a cultivar apresenta boa

tolerância a ambientes sombreados, podendo ser uma interessante alternativa para o enriquecimento de sistemas silvipastoris.

Araújo (2015), igualmente trabalhando com sistemas silvipastoris na Caatinga, no intuito de determinar a composição bromatológica e a qualidade da dieta de ovelhas em Caatinga raleada e enriquecida com capim-massai, concluiu que a cultivar apresenta ser um valioso recurso forrageiro para o incremento da produção de fitomassa em áreas de Caatinga para a produção de ovinos.

2.2.2 O capim-tamani

A cultivar BRS Tamani é a primeira cultivar híbrida desenvolvida pela Embrapa Gado de Corte em parceria com outras unidades da Embrapa: Embrapa Acre, Embrapa Cerrados, Embrapa Gado de Leite, Embrapa Pecuária Sul e Embrapa Rondônia. O capim-tamani foi obtido por meio do cruzamento entre a planta sexual S12 e o acesso apomítico T60 (BRA-007234) e seu nome, na língua suaáli, do Quênia, significa “precioso” (EMBRAPA, 2015).

A cultivar Tamani apresenta porte baixo, de crescimento cespitoso, chegando a 1,3 metros de comprimento, com grande quantidade de perfilhos. Suas folhas são abundantes, longas, finas e arqueadas, podendo alcançar 1,09 cm de comprimento, com elevados valores de proteína bruta e digestibilidade. Em ensaios sob parcelas, adotando o manejo de corte, o capim-tamani alcançou produtividades de 15 Mg ha ano⁻¹ de matéria seca. (EMBRAPA, 2015).

Indicada para regiões de Cerrado, a cv. Tamani quando em Biomas Amazônico e de Mata Atlântica, apresentou boa qualidade, porém, não tolera encharcamento do solo mesmo que por breves períodos, sendo indicada para solos bem estruturados e drenados, com média a alta fertilidade natural ou baixa a média fertilidade quando implantada em áreas após o cultivo de culturas anuais. Quanto à pragas e doenças, apresenta boa tolerância, similarmente as cultivares de *M. maximus* mais resistentes, como Massai, Mombaça e Tanzânia (EMBRAPA, 2015).

2.3 *Urochloa brizantha*

O gênero *Urochloa* compreende cerca de 100 espécies de origem tropical e subtropical africana. Foi introduzida no Brasil em 1952 pelo Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN) erroneamente dirigida como *U. brizantha*, sendo só posteriormente se tratar de *U. decumbens*, esta registrada como cv. IPEAN. A expansão

da *Urochloa* no Brasil se deu através da importação de sementes da cultivar Basilisk da Austrália (MACKAY, 1982; citado por VALLE et al., 2010), por meio de incentivos do governo federal para a formação de pastagens (VALLE et al., 2010).

Devido a alta adaptabilidade aos solos ácidos e de fertilidade baixa, milhões de hectares de *U. decumbens* foram plantados, triplicando a capacidade de suporte do Cerrado. Porém, inconvenientes como a cigarrinha-das-pastagens e a fotossensibilização causaram a perda de extensas áreas de pastagem na Amazônia e a morte de animais, principalmente de bezerros, causando um entrave ao uso da *U. decumbens* (VALLE et al., 2010).

Em meados da década de 80, com o lançamento da *U. brizantha* cv. Marandú, resistente à cigarrinha-das-pastagens (NUNES et al., 1984), gradativamente as áreas antes ocupadas pela cultivar Basilisk foram preenchidas pela cultivar Marandú, sendo até hoje a gramínea mais utilizada na região do cerrado ocupando aproximadamente 50% das pastagens (MACEDO, 2006).

Os problemas com a cigarrinha-das-pastagens e a fotossensibilização de algumas cultivares de *U. decumbens*, e mais recentemente a morte súbita do capim-marandú (DIAS-FILHO, 2006) tem levado os centros de pesquisa a desenvolverem novas cultivares. A problemática supracitada pode ser agravada pela baixa variabilidade genética das poucas cultivares disponíveis, tornando um sério risco a esse patrimônio genético e a diversificação das pastagens em áreas tropicais (VALLE et al.; 2010).

Nesse sentido, preconizando a diversificação das pastagens no Brasil, a Embrapa Gado de Corte lançou duas cultivares de *Urochloa brizantha*: as cultivares Piatã e Paiaguás.

2.3.1 O capim-piatã

A cultivar Piatã foi lançada no ano de 2007 pela Embrapa Gado de Corte em parceria firmada com a Associação de Melhoramento para o Fomento à Pesquisa de Forrageiras Tropicais (UNIPASTO). Forrageira de crescimento cespitoso, com perfilhamento aéreo, formando touceiras de 0,85 a 1,20 cm de comprimento. Suas lâminas foliares são ásperas na superfície superior, com bordas serrilhadas e cortantes, de colmos finos e bainha ausente de pelos. Avaliada em Mato Grosso do Sul, a cultivar Piatã apresentou produção de 9,5 Mg ha⁻¹ de matéria seca (30% produzido no período seco), sendo 57% proveniente de folhas (VALLE et al., 2007).

Em comparação com a cultivar Marandú, o capim-piatã mostra maior tolerância ao encharcamento do solo, além de maior taxa de crescimento, disponibilidade de folhas sob pastejo e taxa de acúmulo de massa seca de folhas de 53,6 e 8,3 kg ha⁻¹ dia⁻¹ para os períodos das águas e seco, respectivamente, superior a cultivar Marandú (47,8 e 6,70 kg ha⁻¹ dia⁻¹). Suas folhas apresentam concentrações médias de proteína bruta de 11,3% e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica de 58%. Com relação à exigência de fertilidade do solo, é indicado para solos de média fertilidade, inclusive arenosos. Quanto à tolerância a cigarrinha-das-pastagens, apresenta resistência semelhante a cultivar Marandú, e superior a cultivar Xaraés (VALLE et al., 2007).

O capim-piatã apresenta características favoráveis à sua implantação em regiões com períodos de escassez hídrica. Euclides et al., (2008) observaram que o capim-piatã apresenta menor acúmulo de colmo em comparação a cultivar Xaraés durante o período seco, caracterizando em uma oferta de forragem de melhor qualidade, podendo ser utilizada para o diferimento de pastagem. A elevada tolerância ao estresse hídrico do capim-piatã também foi evidenciada por Pezzopane et al., (2015) trabalhando em casa de vegetação. Os autores concluíram que dentre as cultivares avaliadas (Marandú, Paiaguás, Piatã e Xaraés), a cultivar Piatã apresentou a menor diferença em relação a sua testemunha para as variáveis de acúmulo e fluxo de biomassa.

Com relação ao uso do capim-piatã sob regime de irrigação, Antoniel et al., (2016) avaliaram a produção de forragem pelas cultivares Piatã (*U. brizantha*) e Mombaça (*M. maximus*) sob diferentes lâminas de irrigação obtidas através evapotranspiração de referência (ET₀) calculada pela equação de Penman-Montheit. Como resultados, os autores observaram uma resposta quadrática para a produção de forragem das duas cultivares durante os quatro ciclos de corte. Contudo, foi constatada uma produção 52,1, 41,6, 26,2 e 25,1% maiores que em condição de sequeiro para o 1º; 2º; 3º e 4º ciclos de corte, respectivamente, mostrando o potencial de produção de forragem da cultivar Piatã sob manejo irrigado.

2.3.2 O capim-paiaguás

A BRS Paiaguás, cultivar de *U. brizantha*, foi lançada em 2013 pela Embrapa Gado de Corte após 18 anos de avaliações de acessos vindo da região de Nairóbi, no Quênia, e da coleção de acessos da International Center for Tropical Agriculture (CIAT). Embora não seja resistente a cigarrinha-das-pastagens, o capim-paiaguás é uma gramínea forrageira de elevada produção de matéria seca, resistência ao estresse hídrico

e apresenta alta porcentagem de folhas com bom valor nutritivo, inclusive no período seco, constando, portanto, de valioso recurso forrageiro para a diversificação de pastagens. A cultivar Paiaguás mostra resposta a adubação semelhante a cultivar Marandú, sendo indicada para solos de média fertilidade (VALLE et al., 2013).

Euclides et al., (2016) avaliando o desempenho de bovinos Nelore e as características estruturais de pastos formados por capim-piatã e capim-paiaguás. Os autores observaram que a cultivar Paiaguás proporcionou maiores ganhos de peso animal ($695 \text{ kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$) em relação a cultivar Piatã ($645 \text{ kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$) e maior taxa de acúmulo de forragem de melhor qualidade no período seco. O maior acúmulo de forragem do capim-paiaguás é resultado da maior densidade de perfilhos (50% superior a cv. Piatã) e da maior taxa de rebrota e conseqüentemente maior acúmulo de folhas, refletindo em um maior ganho de peso animal (EUCLIDES et al., 2016).

O sistema de integração lavoura-pecuária tem sido adotado pelos benefícios trazidos às características do solo, pelo melhor aproveitamento da área e diversificação da produção. Andrade (2015) avaliou o acúmulo de forragem e a produção de bovinos em pastagens de capim-paiaguás e capim-piatã em um sistema de integração lavoura-pecuária. O autor verificou maior produção de massa seca de folhas para a cultivar Piatã (877 kg ha^{-1}) em relação ao capim-paiaguás (683 kg ha^{-1}), entretanto, apresentaram resultados semelhantes para ganho de peso animal médio diário ($0,650$ e $0,664 \text{ kg.animal}^{-1}\text{dia}^{-1}$) e ganho de peso por área (943 e 943 kg ha^{-1} de PV) para as cultivares Paiaguás e Piatã, respectivamente. O similar ganho de peso animal observado, apesar do menor acúmulo de forragem produzido pelo capim-paiaguás, pode ser explicado pelo elevado valor nutritivo desta cultivar (VALLE et al.; 2013).

Diante do recente lançamento de cultivares pela Embrapa Gado de Corte nos últimos anos, são escassos os trabalhos de pesquisa com esses genótipos principalmente em relação a tolerância a escassez hídrica e aptidão às diferentes classes de solo nas mais variadas regiões do Brasil.

Contudo, diante das características agronômicas e adaptabilidade às condições climáticas do cerrado brasileiro, que, de modo genérico, assemelham-se as condições do Semiárido nordestino, as cultivares supracitadas podem vir a ser alternativa pertinente para elevar o potencial de produção de forragem nos âmbitos do bioma Caatinga.

3. Classes texturais de solo predominantes no Semiárido Brasileiro

Dentre os tipos de solos que compõem a região Semiárida, 50% são de origem cristalina, com baixa permeabilidade, e 50% são de origem sedimentar, permeáveis, com presença de água subterrânea (ALVES, 2007). Erroneamente, acreditava-se que as terras que recobrem o Semiárido não se adequavam para fins agrícolas, prestando apenas para fins pastoris (CUNHA, 2010). Entretanto, o Semiárido Brasileiro abriga uma população estimada em 22.598.318 milhões de habitantes (IBGE, 2016) com a produção agropecuária de R\$ 47,4 bilhões, representando 10,2% do volume brasileiro produzido no setor (MAPA, 2016).

Na região Nordeste, encontra-se em sua maioria, solos de média a alta fertilidade natural, porém fisicamente inadequados devido à presença de afloramentos rochosos e pouca profundidade em decorrência de seu baixo grau de intemperismo. Uma característica dessa região é a presença de variados tipos de solo e condições ambientais, propiciando diferentes potencialidades de uso da terra (MANZATTO, 2002).

Em geral, são encontradas cerca de quinze classes de solos no Semiárido nordestino: Latossolos vermelho-amarelo, Latossolos vermelho-escuros, Neossolos litólicos, Argissolos, Luvisolos crômicos órticos, Neossolos quartzorênicos, Planossolos háplicos, Chernossolos, Planossolos nátricos, Solonchaks, Cambissolos, Vertissolos, Neossolo regolítico, Solos aluviais e Rendzinas (ARAÚJO FILHO, 2013).

Dentre as classes de solos supracitadas, destacam-se o Argissolo com uma área ocupada de aproximadamente 290.000 km² (18,4%) e o Luvisolo, ocupando cerca de 107.000 km² (7,6%) de área. Para o Estado do Ceará, os solos Argissolos e Luvisolos são bastante expressivos, sendo este último representativo de boa parte do território. Outra classe de solo relevante são os Neossolos Quartzorênicos, Litólicos e Regolíticos, que juntos somam 451.000 km², ocupando 28,5% da região Semiárida nordestina (MANZATTO, 2002).

4. A textura do solo e suas implicações na disponibilidade de água e nutrientes

Os solos diferem entre si em uma série de características e propriedades que afetam a produtividade das culturas, porém algumas delas não são facilmente alteradas, como é o caso da textura (RAIJ, 2011).

Solos de textura arenosa apresentam baixa capacidade de retenção de água e nutrientes devido ao grande diâmetro de seus constituintes minerais e dos baixos teores

de matéria orgânica. A maior área superficial específica da matéria orgânica e os agrupamentos funcionais existentes nas grandes cadeias carbônicas de ácidos húmicos e fúlvicos, aumentam muitas vezes a capacidade de retenção de água e nutrientes (RAIJ, 2011). Por outro lado, solos de textura argilosa armazenam mais água e são quimicamente férteis, porém em alguns casos são muito pesados e sujeitos a alagamentos, o que limita a implantação de algumas plantas forrageiras (GOMIDE e GOMIDE, 2007).

As pastagens são relegadas, em sua maioria, às piores áreas da propriedade ou em locais onde a agricultura já foi extensamente praticada. O manejo de correção do solo e de adubação, principalmente nitrogenada, é deficiente e por vezes sequer praticado, culminando em baixo rendimento animal e degradação da pastagem e do solo.

A textura do solo interfere no potencial de resposta da planta forrageira ao nitrogênio aplicado. A quantidade de água disponível no solo, resultante da precipitação e/ou irrigação e da capacidade intrínseca de armazenamento (MARTA JÚNIOR, et al., 2004), interfere na absorção dos íons amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-) disponíveis à planta na solução do solo (TAIZ e ZEIGER, 2006). Assim, a baixa disponibilidade de água em solos de textura mais porosa, pode prejudicar a absorção de N pela planta, principalmente nas camadas mais superficiais, onde se concentra a maior quantidade de N (MARTA JÚNIOR et al., 2004).

Oliveira (2007) ressalta que as pastagens tropicais são propensas a durar poucos anos. O manejo inadequado do solo e do pasto, sem a adoção de práticas de correção e adubação, acaba por exaurir a fertilidade natural dos solos, o que leva, em alguns casos, a troca de forrageiras por espécies menos exigentes em fertilidade, muitas vezes sem sucesso pelo elevado grau de degradação já presente.

Assim, GOMIDE e GOMIDE (2007) orienta que, para o sucesso da exploração animal a pasto, seja levado em conta a escolha da forrageira que melhor se adeque as condições edafoclimáticas da região. O autor cita como exemplo, que é desaconselhável a escolha das espécies *Urochloa*, *Pennisetum* [Antigamente: *Cenchrus ciliaris* L. (COOK e SCHULTZE-KFRAFT, 2015)] e a maioria das cultivares de *Megathyrus*, para solos muito argilosos e com potencial de alagamento, sendo, portanto, mais recomendadas para solos de textura menos pesada.

Contudo, como já citado, as características físicas têm estreita relação com as características químicas e com a fertilidade do solo.

As gramíneas tropicais possuem variados graus de adaptação às propriedades do solo, as quais condicionam seu desenvolvimento, rendimento e valor forrageiro. Entretanto, não podem ser agrupadas em função apenas da fertilidade do solo, mas também em função da intensidade do uso e do nível tecnológico da exploração (GOMIDE e GOMIDE, 2007).

5. Efeitos da disponibilidade de água e nutrientes sobre a morfofisiologia de plantas forrageiras

O ciclo de vida de um vegetal é intrinsecamente depende da água. A menor interrupção no fluxo de água para a célula pode ocasionar comprometimento do funcionamento de inúmeros processos fisiológicos. O processo fotossintético, por exemplo, necessita da entrada de CO₂ da atmosfera para o interior da folha através do poro estomático. Ao fazê-lo, inevitavelmente a planta fica sujeita a desidratação, o que necessita de um delicado mecanismo de absorção e perda de água (TAIZ e ZIEGER, 2006), especialmente quando em regiões de precipitação irregular e sazonal.

Dentre os macronutrientes exigidos pelas culturas, o nitrogênio é o elemento mais demandado e o mais consumido mundialmente, superando as quantidades de potássio e fósforo. Por outro lado, apesar de ser um dos elementos mais abundante na natureza, atrás apenas do carbono, oxigênio e hidrogênio, de maneira geral não existe nas rochas que originam os solos. Dessa forma, o nitrogênio é incorporado ao solo pelo acúmulo de matéria orgânica, por descargas elétricas da atmosfera, pela fixação biológica e através da prática de adubação. A maior proporção do nitrogênio presente no solo está sob a forma orgânica e uma pequena fração é encontrada sob as formas minerais: amônio (NH₄⁺), nitrato (NO₃⁻) e nitrito (NO₂⁻), sendo estas assimiláveis pelos vegetais (RAIJ, 2011).

Nos vegetais, a nutrição mineral exerce efeitos importantes no metabolismo do carbono, especialmente quando se trata do nutriente nitrogênio, constituinte essencial das clorofilas e proteínas (LARCHER, 2000), além de participar de outras funções fisiológicas como atuação no equilíbrio de cargas, na absorção de cátions e ânions e como elemento regulatório nas reações de síntese (KERBAUY, 2004). Assim, a privação de nitrogênio pode afetar diretamente a fotossíntese, interferindo na síntese e atividade da enzima ribulose 1,5-bisfosfato carboxilase (rubisco), responsável pela assimilação de CO₂, culminando em menor produção de tecido vegetal (PINHEIRO e CHAVES, 2011).

A deficiência hídrica afeta a fotossíntese não pela pequena quantidade de água utilizada para seu funcionamento, mas sim, pelo maior volume necessário para suprir o protoplasma da célula. Assim, sob baixa disponibilidade de água, a taxa fotossintética declina paralelamente à diminuição do volume celular e ao declínio da turgescência, ao mesmo tempo que os baixos valores de potencial hídrico no solo causam desorganização no processo fotoquímico, causando prejuízos imediatos a fotossíntese (LARCHER, 2000).

Com efeito, o solo imprime grande influência na disponibilidade de água para as plantas. Simões et al. (2015), verificaram respostas fisiológicas negativas para a cana-de-açúcar irrigada por gotejamento em solo arenoso, contudo, o mesmo tratamento em solo argiloso obteve respostas positivas para a taxa de fotossíntese e a condutância estomática. A temperatura da folha, por outro lado, obteve comportamento inverso, o que corrobora o fato de que a menor quantidade de água na folha dificulta o seu resfriamento (TAIZ e ZEIGER, 2006).

Com a perda do turgor da célula vegetal, ocorre paralisação do crescimento e da biossíntese proteica (PIMENTEL, 1998). As proteínas passam a ser hidrolisadas por enzimas ativadas pela deficiência hídrica e, dependendo do grau de atividades dessas enzimas, pode haver ruptura, causando danos irreversíveis ao tecido vegetal (KRAMER e BOYER, 1995).

As trocas gasosas é o mecanismo responsável pelo metabolismo do carbono na célula vegetal, por meio da troca dos gases CO_2 e O_2 do interior da célula para a atmosfera circundante. Na fotossíntese, quanto maior a quantidade de CO_2 consumido em relação ao que é liberado, concomitantemente pelo fenômeno da respiração celular, recebe o nome de fotossíntese líquida (FOL). Em relação a fotossíntese bruta (FOB), esta pode ser apenas estimada devido a constante produção de CO_2 durante o catabolismo, porém, sem prejuízo ao estudo da fotossíntese em suma, visto que o conhecimento da fotossíntese líquida se basta (LARCHER, 2000).

Durante a fotossíntese, a concentração interna de CO_2 no interior do tecido vegetal é menor do que a concentração no entorno da folha. Esse fenômeno é resultado da resistência estomática mínima a difusão (R_c) que está relacionada ao tamanho e densidade dos estômatos presente na folha. Já a condutância estomática (g_s) (inverso da resistência estomática), é relacionada à abertura estomática que depende do formato e propriedades inerentes a parede celular. Os mecanismos acima estão intrinsicamente

sujeitos a abertura do poro estomático, e este se ajusta de forma contínua as oscilações dos fatores ambientais (LARCHER, 2000).

O principal mecanismo de supressão de água em plantas vasculares é por meio do aparato estomático, e este é o primeiro a ser afetado pela deficiência hídrica, reduzindo as trocas gasosas (LARCHER, 2000), seguido da diminuição da expansão foliar (KRAMER e BOYER, 1995).

De fato, Rocha et al. (2016) e Santos et al. (2014) avaliando o efeito do estresse hídrico nos processos fisiológicos de três essências florestais: guanandi, oiti e mogno africano e de plantas de milho, sorgo e *Urochloa decumbens*, respectivamente, constataram reduções nas concentrações de condutância estomática (78, 77, e 70%) e (87, 42 e 36%) e da taxa fotossintética (86, 89, e 91%) e (53, 26 e 31%), respectivamente, em relação a plantas com suprimento adequado de água.

A eficiência das plantas em moderar a perda de água, ao mesmo tempo em que permite suprimento adequado de CO₂ para a fotossíntese, pode ser inferida como a eficiência momentânea do uso da água (EUA) (TAIZ e ZEIGER, 2006), que consiste na razão entre a fotossíntese e a taxa de transpiração foliar (LARCHER, 2000).

O controle da transpiração é feito pelo aparato estomático, que está diretamente associado ao suprimento de CO₂ à folha. Assim, a condutância estomática deve oscilar ao longo do tempo, de maneira a minimizar as perdas de água para uma máxima assimilação de CO₂ pela planta (KRAMER e BOYER, 1995). Nesse sentido, a EUA é variável entre as espécies e o período do dia, podendo alcançar maiores valores no início da manhã, quando o ar ainda contém maior quantidade de vapor de água e a temperatura é mais amena, com radiação suficiente para atingir a capacidade fotossintética (LARCHER, 2000).

Avaliando as trocas gasosas de variedades de cana-de-açúcar sob dois níveis de restrição hídrica: estresse moderado e severo (40 a 60% e 0 a 20% da água disponível no solo), respectivamente, Gonçalves et al. (2010), verificaram reduções nas concentrações de condutância estomática, transpiração foliar, fotossíntese líquida e eficiência do uso da água da produtividade de 51,8 e 68,1%, 57 e 66,9%, 49,3 e 78,3% e 3,62 e 2,76 g MS⁻¹ kg de H₂O⁻¹, respectivamente.

Segundo Larcher (2000), a necessidade do consumo de água para cada grama de matéria seca produzida é variável em função da espécie, variedade e do estágio de desenvolvimento da planta e das condições ambientais, principalmente da disponibilidade hídrica e da capacidade de evaporação do ar. Assim, o conhecimento da

eficiência do uso da água para a produtividade, possibilita o conhecimento da quantidade de água necessária a ser utilizada na irrigação de culturas em regiões com baixa disponibilidade hídrica e a seleção de espécies mais adaptadas.

Brandão (2016), avaliando a produção e as trocas gasosas do capim-mombaça cultivado em duas classes de solo (franco-arenoso e franco-argiloso) e diferentes níveis de disponibilidade de água no solo (60, 45, 30 e 15% da capacidade de água disponível no solo), verificou decréscimo na taxa fotossintética e na eficiência do uso da água e aumento na taxa de transpiração foliar e na condutância estomática, quando em solo franco-arenoso. Segundo o autor, tal aumento da transpiração foliar pode ser decorrente do mecanismo de resfriamento da folha. Por outro lado, em solo de textura franco-argilosa, houve diminuição das taxas de fotossíntese, transpiração foliar e na condutância estomática e aumento da eficiência momentânea do uso da água; ratificando a influência da textura do solo na disponibilidade hídrica e seus efeitos nos parâmetros fisiológicos das plantas forrageiras.

O estado nutricional da planta é importante para a resposta do vegetal à imposição da falta de água (PIMENTEL, 1998). Plantas bem nutrida em nitrogênio, por exemplo, mantém uma atividade elevada na zona de alongação (em parte aérea e raiz) de sacarose sintase e invertase neutra, e as folhas quando em sua máxima expansão, possuem níveis mais elevados de PEP-case e rubisco, redundando em maior capacidade para fotossíntese e translocação (HUBER et al, 1989), aumentando a disponibilidade de assimilados e a tolerância à seca (PIMENTEL, 1998).

Deficiências no suprimento de água e nutrientes limitam a taxa de crescimento e evolução da área foliar de gramíneas forrageiras (NABINGER e PONTES, 2001), afetadas ainda pelo manejo e pelas condições ambientais tornando difícil a sua previsibilidade (PEDREIRA et al., 2001). Nesse sentido, diversos estudos foram conduzidos a fim de avaliar o efeito da disponibilidade hídrica e do nitrogênio sobre as características morfológicas e estruturais de gramíneas tropicais (SILVA et al., 2001; RUGGIERO, 2003; MATTOS et al., 2005; ALENCAR, 2007; OLIVEIRA FILHO, 2007; SANTOS, 2009; MELO et al., 2009 e MAGALHÃES, 2010), contudo, poucos são os estudos voltados para a região semiárida brasileira.

Magalhães (2010) avaliando o efeito de lâminas de irrigação (50 e 80% da evaporação do tanque Classe “A”) e crescentes doses de adubo nitrogenado (equivalente a 200, 400, 600 e 800 kg de N ha⁻¹) nas características morfológicas e estruturais do capim *Andropogon gayanus* cv. Planaltina e *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça,

verificou decréscimo nas taxas de alongamento das folhas (34,15 e 25,46%), do colmo para o capim-andropogon (45,94) no comprimento final da folha (25,02 e 6,6%) e no número de folhas vivas por perfilho (9,94 e 6,12), respectivamente, em relação a menor lâmina aplicada, demonstrando que as plantas respondem morfofisiologicamente a deficiência hídrica. Entretanto, a adubação nitrogenada incrementou a maioria das variáveis citadas, com exceção do número de folhas vivas por perfilho.

Melo et al. (2009) avaliaram a influência de lâminas de irrigação (25, 50, 75 e 100% da capacidade de campo) nas características morfogênicas dos capins *M. maximum* cv. Mombaça e *U. brizantha* cv. Marandú, em duas classes texturais de solo (arenoso e argiloso). Os autores verificaram aumento na produção de biomassa seca de forragem total (861,4 e 632,2 gramas) nas duas gramíneas no solo argiloso em relação ao arenoso, respectivamente e semelhantes resultados para a largura e comprimento das folhas, altura e número de perfilhos.

Mattos et al. (2005) verificaram diferentes respostas de quatro espécies de *Urochloa* (*U. decumbens*, *U. brizantha*, *U. humidicola* e *U. mutica*) submetidas a cinco níveis de potencial hídrico do solo (-0,01, -0,03, -0,1, -0,5 e -1,5 MPa). As *U. brizantha* e *U. decumbens* obtiveram maior produção de matéria seca de lâmina foliar viva (39,7 e 28,5 g vaso⁻¹), respectivamente em relação a *humidicola* (12,8 g vaso⁻¹) e *mutica* (16,4 g vaso⁻¹). Os autores reiteram tal resultado pela menor sensibilidade dos estômatos ao estresse hídrico e pela manutenção da atividade fotossintética e de transpiração mesmo em condições de menor potencial hídrico do solo, especialmente da *U. brizantha*.

Nesse contexto, de acordo com Gomide et al. (2003), a produção de tecido vegetal depende inicialmente da fotossíntese realizada pelo dossel da pastagem, sendo esta invariavelmente sujeita a qualidade e acessibilidade dos fatores abióticos, como: radiação solar, temperatura, água e nutrientes minerais. Dessa forma, a produção de biomassa de uma forrageira pode ser incrementada de maneira expressiva pelo uso de fertilizantes, especialmente os fertilizantes nitrogenados (DURU e DUCROCQ, 2000), o que motivou a execução de inúmeros estudos a respeito do efeito deste nutriente no rendimento forrageiro (GOMIDE et al., 2003) e suas implicações nas características morfológicas e estruturais, em particular de gramíneas tropicais (SILVA et al., 2009; GARCEZ NETO et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2007; MARTUSCELLO et al., 2009; POMPEU, et al., 2010; LOPES et al., 2013).

A morfogênese de gramíneas forrageiras em estágio vegetativo, onde há constante emissão de folhas, é expressa por três características principais, sejam elas: as

taxas de aparecimento foliar (TApF), de alongamento foliar (TAIF) e a duração de vida das folhas (DVF) (CHAPMAN e LEMAIRE, 1993).

A associação das características morfogênicas supracitadas influenciará três características principais do pasto: comprimento final da lâmina foliar (CFF), densidade populacional de perfilhos (DPP) e número de folhas vivas por perfilho (NFol), que por sua vez, proporcional ao manejo adotado, determinarão o IAF do relvado (CHAPMAN e LEMAIRE, 1993).

As práticas de manejo e os fatores ambientais exercem influência variada na taxa de alongamento foliar (SKINNER e NELSON, 1995) e esta aparenta ser a variável morfogênica que, de forma isolada, mais se correlaciona diretamente com a biomassa seca da forragem (HORST et al., 1978). A zona de alongamento demanda de grande quantidade de nutrientes e esta se encontra protegida por um conjunto de bainhas das folhas precedentes, formando o pseudocolmo. A TAIF é resultado do comprimento da zona de alongamento e da taxa de alongamento por segmento foliar nas zonas de deposição de nutrientes e formação da parede celular secundária (SKINNER e NELSON, 1995) e é na zona de divisão celular que se encontra um maior acúmulo de N (GASTAL e NELSON, 1994).

Nesse sentido, o alongamento das folhas é dependente do acúmulo de nutrientes, em especial do nitrogênio, na zona de divisão celular para a síntese de RUBISCO, ou seja, a ausência de nitrogênio no início do alongamento foliar pode comprometer futuramente a eficiência da fotossíntese (SKINNER e NELSON, 1995).

Silva et al. (2009) avaliaram o efeitos de doses de N (0, 75, 150 ou 225 mg/dm³) nas características morfológicas e estruturais de duas espécies de *Urochloa* (*U. brizantha* cv. Marandú e *U. decumbens* cv. Basilisk) e encontraram respostas positivas para a TAIF de 17,1 e 25,36 mm folha⁻¹dia⁻¹ até a doses de 183 e 222 mg dm⁻³ de N, para os capins Basilisk e Marandú, respectivamente.

Em estudo semelhante, Lopes et al. (2013) avaliaram a influência de diferentes doses de N (0, 150, 300, 450 e 600 mg dm⁻³ de solo) nas características morfológicas do capim-massai na fases de estabelecimento e rebrotação, em casa de vegetação. Os autores verificaram que na fase de estabelecimento, o nitrogênio expressou maior influência na TAIF (6,71 a 7,64 cm perf⁻¹ dia⁻¹) do que no estádios de rebrotação 1 e 2 (0,94 a 2,14 e 1,45 a 2,65 cm perf⁻¹ dia⁻¹, respectivamente) para as dose de 0 a 600 mg dm⁻³, em que a máxima dose utilizada proporcionou um incremento de 448% na taxa de produção de forragem.

A morfogênese, segundo definição clássica de Chapman e Lemaire (1993), pode ser definida como a dinâmica de geração e de expansão da planta no espaço; e a taxa de aparecimento foliar (TApF) apresenta papel fundamental na morfogênese por influenciar diretamente os três componentes estruturais da pastagem: comprimento final da folha (CFF), densidade populacional de perfilhos (DPP) e número de folhas vivas por perfilho (NFol) (NABINGER e PONTES, 2001), sendo a TApF variável conforme as condições ambientais e de manejo e a espécie vegetal (GOMIDE et al., 2003).

A taxa de aparecimento das folhas pode ser promovida pela adubação nitrogenada (SOARES FILHO et al., 2015; MARTUSCELLO et al., 2015; GOMES et al., 2012), todavia, a limitação de nutrientes sobre a TApF não é bem esclarecida na literatura disponível (NABINGER e PONTES, 2001). Segundo o mesmo autor, por ser o ponto central do processo morfogenético, a TApF seria a última característica a ser afetada pela limitação nutricional, assim, para a economia de fotoassimilados, a planta cessaria inicialmente o perfilhamento, seguido de redução do tamanho da folha, e por fim, redução da duração de vida da folha.

Soares Filho et al., (2015) encontraram efeito positivo na TApF do capim-tanzânia submetido a diferentes doses de N (0, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹) nas estações do ano e em pastejo intermitente. Os maiores valores para a TApF ocorreram na primavera e no verão, para todos os tratamentos. Contudo, no outo, foi observado efeito linear para as maiores doses de N, com um incremento de 57% para a dose de 300 kg de N ha⁻¹, com valores variando entre 0,035 e 0,087 folha perf⁻¹dia⁻¹ para as dose 0 e 300 kg de N ha⁻¹, respectivamente. Martuscello et al. (2015) também encontraram resultados positivos na TApF do capim-massai submetido a diferentes doses de nitrogênio (0, 80, 160 e 240 kg de N ha⁻¹). Com as doses de (0 e 240 kg de N ha⁻¹), a TApF apresentou um aumento de 0,08 e 0,11 folhas perf⁻¹dia⁻¹, respectivamente.

Gomes et al. (2012) avaliando as características morfogênicas da *Urochloa ruziziensis* nas fases de germinação e estabelecimento, sob diferentes doses de N (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹) e K (0, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹), observaram aumento linear positivo para a TApF durante a germinação (0,39 folhas dia⁻¹) com a dose de 300 kg N ha⁻¹, enquanto que para a fase de estabelecimento, a dose de 200 kg N ha⁻¹ proporcionou o aumento na TApF de 0,05 folha dia⁻¹ em contraste com a dose controle.

A duração de vida de uma folha (DVF) está intrinsecamente relacionada com a taxa de senescência foliar (TSF) e esta se relaciona com o número máximo de folhas vivas por perfilho (NFol). Quando um perfilho atinge o NFol, característica determinada

geneticamente, porém susceptível as influências do meio, ocorre um equilíbrio entre a TApF e a TSF, o que estabelece a DVF (NABINGER e PONTES, 2001). A deficiência de nitrogênio parece afetar de modo leve a DVF (GASTAL e LEMAIRE, 1988), no entanto, a maior disponibilidade de N promove maior taxa de alongamento e comprimento foliar, o que eleva a taxa de senescência, diminuindo a duração de vida das folhas (MAZZANTI e LEMAIRE, 1994).

A taxa de alongamento das hastes (TAIH) é uma característica morfogênica importante e influente na arquitetura do relvado quando se trata de gramíneas cespitosas do tipo C₄ (CÂNDIDO, 2003). Atributo pouco influenciado pela adubação nitrogenada (LOPES et al., 2013; POMPEU et al., 2009) contudo, sofre significativa influencia da umidade disponível no solo (SILVA et al., 1996), da temperatura e da radiação (FERRARIS et al., 1986).

A TAIH tem relação positiva com o comprimento final da lâmina foliar (CFF), visto que quanto maior o comprimento da bainha, maior tempo se faz necessário até a expansão da folha (NABINGER e PONTES, 2001) e conseqüentemente resulta em maior comprimento da lâmina (DURU e DUCROCQ, 2000). Por outro lado, apesar do maior comprimento das folhas contribuírem para uma maior oferta de forragem, o maior porte da folha necessita de uma nervura central mais robusta e rígida para sua sustentação, podendo diminuir o valor nutricional da forragem (CÂNDIDO, 2003).

O alongamento do colmo impõe um rearranjo da estrutura do dossel cujas folhas tornam-se mais eretas e espaçadas. A priori, há melhora do ambiente luminoso no interior do dossel, em face da redução do seu coeficiente de extinção de luz, contribuindo para o incremento de biomassa por favorecer a fotossíntese (GOMIDE et al., 2003). Todavia, o alongamento do colmo estreita a relação lâmina foliar/colmo (SBRISSIA e SILVA, 2001), diminuindo o valor nutritivo da forragem e o desempenho dos animais em pastejo (CÂNDIDO, 2003).

Como já anteriormente citado, o comprimento final da lâmina foliar (CFF), a densidade populacional de perfilhos (DPP) e o número de folhas vivas por perfilho (NFol), são as principais características que influenciam a estrutura do relvado e por conseguinte, o índice de área foliar (IAF).

De acordo com Hodgson (1990), o perfilho constitui a unidade básica vegetativa do crescimento de gramíneas forrageiras. O número de perfilhos por planta é variável em função do genótipo (GOMIDE e GOMIDE, 1999), mais precisamente da TApF, que por sua vez é responsável por determinar o número de pontos de crescimento (DAVIES,

1974). Assim, a biomassa vegetal por área e a estrutura da pastagem é dependente da densidade populacional de perfilhos (NABINGER e PONTES, 2001).

A densidade de perfilhos de uma pastagem é resultante do equilíbrio entre as taxas de surgimento e de mortalidade. A taxa de surgimento de perfilhos (TSP) isolados, ou seja, sem haver competição, é decorrente da coordenação e do sincronismo existente entre o desenvolvimento das folhas e o perfilhamento, permitindo estimar a TSP através da TApF. Por outro lado, em uma comunidade de gramíneas, a TSP só é possível quando o IAF é baixo. À medida que aumenta o IAF a qualidade e a quantidade de luz que chega a base do colmo é baixa. Dessa forma, com o aumento do número plantas, aumenta o número de gemas dormentes (NABINGER e PONTES, 2001).

Além dos fatores climáticos, a adubação nitrogenada favorece o perfilhamento. Marques et al. (2016), verificou aumento na taxa de aparecimento e densidade populacional de perfilhos do capim-massai submetido a doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 mg dm⁻³) e períodos de aplicação (1, 3 e 7 dias após o corte). Os autores verificaram para a maior dose de N, um aumento de 53% na taxa de aparecimento de perfilhos, em relação a ausência de adubação. Já a DPP teve incremento de 38, 51 e 65% no número de perfilhos, com as doses de 40, 80 e 120 mg de N dm⁻³, respectivamente.

Martuscello et al. (2015), em trabalho semelhante, verificou aumento no número de perfilhos do capim-massai até a quarta geração. Nas gerações subsequentes houve decréscimo no número de perfilhos por conta do acúmulo de material morto, inibindo a incidência de luz na base do colmo. Segundo o autor, o efeito positivo do N sobre o perfilhamento pode ser explicado pela maior capacidade de formação das gemas axilares e à iniciação dos perfilhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, C.A.B. **Produção de seis gramíneas forrageiras tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio, na região de leste de Minas Gerais**. 2007. 121p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.
- ALVES, J.J.A. Geocologia da caatinga no semi-árido do nordeste brasileiro. **Climatologia e Estudos da Paisagem**. Rio Claro, vol.2, n.1, p.58, 2007.
- ANDRADE, R.A.S. **Acúmulo de biomassa e produção animal em pastos de capim piatã e paiaguás em sistema de integração lavoura-pecuária**. 2015. 53p.

- (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, Mato Grosso do Sul.
- ANTONIEL, L.S.; PRADO, G. do; TINOS, A.C. et al. Pasture production under different irrigation depths. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.6, p.539-544, 2016.
- ARAÚJO FILHO, J.A. **Manejo Pastoril Sustentável da Caatinga**. Projeto Dom Helder Câmara. Recife, 2013. 200p.
- ARAÚJO, A.R. **Composição botânica e qualidade do pasto selecionado por ovelhas em caatinga raleada e enriquecida**. 2015. 125p. (Tese de Doutorado). Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais.
- BOTREL, M. de A.; NOVAES, L.P.N.; ALVIM, M.J. Características forrageiras de algumas gramíneas tropicais. Juiz de Fora, MG: EMBRAPA-CNPGL (Documento 66), 35p, 1998.
- BRANDÃO D. **Produção e trocas gasosas do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) cultivado sob diferentes níveis de depleção de água no solo**. Piracicaba, SP. ESALQ. 2016. 83p. Tese (Doutorado em Ciências) Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”.
- CÂNDIDO, M.J.D. **Morfofisiologia e crescimento do dossel e desempenho animal em *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso**. Viçosa, MG. UFV. 2003. 134p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa. 2003.
- CÂNDIDO, M.J.D.; ARAÚJO, G.G.L.; CAVALCANTE, M.A.B. Pastagens no ecossistema semi-árido brasileiro: Atualização e perspectivas futuras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005. Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ. p.85-94.
- CARVALHO, W.F.; MOURA, R.L.; SANTOS, M.S. et al. Morfogênese e estrutura de capim-massai em diferentes sistemas de cultivo sob pastejo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.4, n.1, p.28-37, 2014.
- CHAPMAN, D.F., LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: **INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS**, 17, 1993, New Zealand. Proceedings... New Zealand: s. ed., p.95-104, 1993.
- CHAVES FILHO, N.F.C.; PIRES, C.B.; LIMA, V.B. Alternativa inicial para bovinos de corte na região do agreste meridional de Pernambuco. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1982. Piracicaba, **Anais...**Piracicaba: SBZ, p.359-360, 1982.
- COOK, B.G.; SCHULTZE-KRAFT, R. Botanical name changes – nuisance or a quest for precision? **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, v.3, p.34–40, 2015.

- CUNHA, T.J.F.; GIONGO, V.; SILVA, D.J. et al. **Principais solos do Semiárido tropical brasileiro**: caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo. Embrapa Solos, 2010. 38p.
- DAVIES A. 1974. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal of Agricultural Science**, v.82, p.165-172, 1982.
- DIAS-FILHO, M.B. Respostas Morfofisiológicas de *Brachiaria* spp. ao alagamento do solo e a síndrome da morte do capim-marandú. In: BARBOSA, R. A. (ed.) **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande: Gado de Corte, p.83-101, 2006.
- DURU, M.; DUCROCQ, H. *Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller*. Effect of nitrogen and cutting regime. **Annals of Botany**, v.85, p. 645-653, 2000.
- EMBRAPA GADO DE CORTE. **BRS Tamani, forrageira híbrida de *Panicum maximum***. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2p. (Folder), 2015.
- EMBRAPA GADO DE CORTE. **Capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai): alternativa para diversificação de pastagens**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 5p. (Comunicado Técnico n° 69), 2001.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; VALLE, C.B. et al. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.12, p.1805-1812, 2008.
- EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; BARBOSA, R.A. et al. Animal performance and sward characteristics of two cultivars of *Brachiaria brizantha* (BRS Paiaguás and BRS Piatã). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.45, n.3, p.85-92, 2016.
- FERRARIS, R.; MAHONY, M. J.; WOOD, T.T. Effect of temperature and solar radiation on the development of dry matter and attributes of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum). **Australian Journal of Agricultural Research**, v.37, n.6, p.621-632, 1986.
- FONSECA, D.M. da; MARTUSCELLO, J.A. **Plantas Forrageiras**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010.
- GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A.J. et al. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.
- GASTAL, F.; LEMAIRE, G. Study of a tall fescue sward grown under nitrogen deficiency conditions. In: **Proceedings of the XIIth Meeting of the European Grassland Federation**, Dublin. Irish Grassland Association, Belclare, Ireland, p.323-327, 1988.

- GASTAL, F.; NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant Physiology**, v.105, p.191-197, 1994.
- GOMES, M.B. et al. Morfogênese na germinação e na fase de estabelecimento da *Brachiaria ruziziensis* submetida à adubação nitrogenada e potássica. **Ciência Rural**. v.42, n.12, p.2235-2241, 2012.
- GOMIDE, J.A.; CÂNDIDO, M.J.D.; ALEXANDRINO, E. As interfaces solo-planta-animal da exploração da pastagem. **IV NEFOR**, UFLA, MG. 2003.
- GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Escolha da forrageira para a formação de pastagem. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, 2007. Piracicaba SP. **Anais...** v.24, p.7-37, 472 p.
- GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M.; Fundamentos e estratégias de manejo de pastagens. In: FERREIRA, C.C.B, et al. (Eds). Simpósio de Produção de Gado de Corte. Viçosa, 1999. **Anais...**, v.1, p.179-200.
- GONCALVES, E.R.; FERREIRA, V.M.; SILVA, J.V. et al. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila a em variedades de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.4, p.378-386, 2010.
- HODGSON, J. **Grazing Management – Science into practice**. New York: John Wiley e Sons, Inc., Longman Scientific e Technical, 1990. 203p.
- HORST, G.L.; NELSON, C.J.; ASAY, K.H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v.18, p.715-719, 1978.
- HUBER, S.C.; SUGYAMA, T.; ALBERTE, R.S. Photosynthetic determinants of growth in maize plants: effects of nitrogen nutrition on growth, carbon fixation and photochemical features. **Plant Cell Physiology**, v.30, p.1063-1072, 1989.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 05/09/2016.
- JANK, L.; MARTUSCELLO, J.A.; EUCLIDES, V.P.B. et al. *Panicum Maximum*. In: **Plantas Forrageiras**. FONSECA, D. M. da; MARTUSCELLO, J. A. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**, Guanabara Koogan. Rio de Janeiro: 2004. 470p.
- KRAMER, P.J.; BOYER, J.S. **Water relations of plants and soils**. Academic Press. San Diego. 1995. 581p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, São Paulo. Editora Rima, 2000. 531p.

- LIRA, M.A.; FERNANDES, A.P. de M.; FARIAS, I. et al. Utilização do pasto nativo e cultivado no semi-árido de Pernambuco. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.16, n.3. p.267-274, 1987.
- LOPES, M.N.; CÂNDIDO, M.J.D.; POMPEU, R.C.F.F. et al. Fluxo de biomassa em capim-massai durante o estabelecimento e rebrotação com e sem adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, v.60, n.3, p.363-371, 2013.
- LOPES, M.N. **Trocas Gasosas e Morfofisiologia em capim-massai sob pastejo e adubado com nitrogênio**. 2012. 118p. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza, Ceará.
- MACEDO, M.C.M. Aspectos edáficos relacionados com a produção de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. In: BARBOSA, R. A. **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006. p.35-65.
- MAGALHÃES, J.A. **Características morfogênicas e estruturais, produção e composição bromatológica de gramíneas forrageiras sob irrigação e adubação**. 2010. 139p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza, Ceará.
- MANZATTO, C.V. Uso agrícola dos solos brasileiros. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2002. 174p.
- MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 04/09/2016.
- MARQUES, M.F.; ROMUALDO, L.M.; MARTINEZ, J.F. et al. Momento de aplicação do nitrogênio e algumas variáveis estruturais e bromatológicas do capim-massai. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.68, n.3, p.776-784, 2016.
- MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; BARIONE, L.G. et al. Manual da adubação nitrogenada em pastagens. In: Simpósio sobre manejo da pastagem. FEALQ, 2004. Piracicaba SP. **Anais...** v.21, p.155-215, 480p.
- MARTUSCELLO, J.A.; FARIA, D.J.G.; CUNHA, D.N.F.V. et al. Adubação nitrogenada e partição de massa seca de plantas de *brachiaria brizantha* cv. Xaraés e *panicum maximum x panicum infestum* cv. Massai. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.33, n.3, p.663-667, 2009.
- MARTUSCELLO, J.A.; SILVA, L.P.; CUNHA, D.N.F.V. et al. Adubação nitrogenada em capim-massai: morfogênese e produção. **Ciência Animal Brasileira**, v.16, n.1, p.1-13, 2015.
- MATTOS, J.L.S.; GOMIDE, J.A.; HUAMAN, C.A.M. Crescimento de espécies do gênero *Brachiaria*, sob déficit hídrico, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.746-754, 2005.

- MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilisation on the herbage production of tall fescue swards grazed continuously with sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilisation. **Grass and Forage Science**, v.49, p.352-359, 1994.
- MEDEIROS, S.S.; REIS, C.F.; SANTOS JÚNIOR, J.A. et al. Manejo de irrigação do tanque classe a. **INSA**, 2013. 8p.
- MELO, J.C.; SANTOS, A.C.; ALMEIDA, J.A. et al. Desenvolvimento e produtividade dos capins mombaça e marandú cultivados em dois solos típicos do Tocantins, com diferentes regimes hídricos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.4, p.786-800, 2009.
- MOREIRA, J.N.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M.V.F. et al. Potencial de produção de capim búffel na época seca no semi-árido pernambucano. **REVISTA CAATINGA**. v.20, n.3, p.20-27, 2007.
- NABINGER, C., PONTES, L. da S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ. 2001. p.755-771.
- NUNES, S.G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M.I. et al. *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. Documentos Embrapa, 21. 1984. Embrapa/CNPQC, Campo Grande, MS, Brasil.
- OLIVEIRA FILHO, J.C. **Produção de duas gramíneas tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio e potássio no Estado do Tocantins**. 2007. 120p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.
- OLIVEIRA, A.B.; PIRES, A.J.V.; NETO, U.M. et al. Morfogênese do capim-tanzânia submetido a adubações e intensidades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1006-1013, 2007.
- OLIVEIRA, M.C. de; SILVA, C.M.M. de S.; SOUZA, F.B. Capim Búffel (*Cenchrus ciliaris* L.) preservação ex-situ e avaliação aprofundada. In: QUEIROZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R., ed. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido; Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999.
- OLIVEIRA, M.C. de. Capim Buffel: produção e manejo nas regiões secas do Nordeste. Petrolina, PE: EMBRAPA - CPATSA, (Circular Técnica, 27). 1993. 18p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/132734>.
- OLIVEIRA, P.P.A. Recuperação e reforma de pastagens. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ, 2007. Piracicaba SP. **Anais...** v.24, p.39-73, 472p.
- PEDREIRA, C.G.S.; MELLO, A.C.L.; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ. v.38, p.772-807.

- PEZZOPANE, C. de G.; SANTOS, P.M.; CRUZ, P.G. et al. Estresse por deficiência hídrica em genótipos de *Brachiaria brizantha*. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.45, n.5, p.871-876, 2015.
- PIMENTEL, C. **Metabolismo do carbono na agricultura tropical**. Edur. Soropédica, Rio de Janeiro, 1998. 158p.
- PINHEIRO, C.; CHAVES, M. *Photosynthesis and drought: can we make metabolic connections from available data?* **Journal of Experimental Botany**, v.62, p.869-882, 2011.
- POMPEU, R.C.F.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; LOPES, M.N. et al. Características morfofisiológicas do capim-aruaana sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p.1187-1210, 2010.
- POMPEU, R.C.F.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M. et al. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.809-817, 2009.
- RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. International Plant Nutrition Institute, 2011.
- ROCHA, G.L. de; A evolução da pesquisa em forragicultura e pastagens no Brasil. **Anais... ESALQ**, Piracicaba, v.45, n.1, p.5-51, 1988.
- ROCHA, M. da A. M.; LACERDA, C.F.D; BEZERRA, M.A. et al. Physiological responses of three woody species seedlings under water stress, in soil with and without organic matter. **Revista Árvore**, v.40, n.3, p.455-464, 2016.
- RUGGIERO, J. A. **Avaliação de diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio na produção de matéria seca e composição bromatológica do capim Mombaça**. 2003. 72p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiás.
- SANTOS, K. L. dos. **Influências de lâminas de irrigação e intervalo de corte sobre a produtividade da rebrota de *Hemarthria altíssima***. 2009. 99p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul.
- SANTOS, O. O.; FALCÃO, H.; ANTINO, A.C.D. et al. Desempenho ecofisiológico de milho, sorgo e braquiária sob déficit hídrico e reidratação. **Bragantia**, v.73, n.2, p.203-212, 2014.
- SBRISSIA, A.F.; SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: Simpósio sobre a produção animal na visão dos brasileiros/Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.731-754.

- SILVA, C.C.F. BONOMO, P.; PIRES, A.J.V. et al. Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.657-661, 2009.
- SILVA, E.M.M. de S.; OLIVEIRA, M.C. de; ALBUQUERQUE, S.G. de. Avaliação da produtividade de treze cultivares de capim búffel, na região semi-árida de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.22, n.5, p.513-520, 1987.
- SILVA, S.C.; FARIA, V.P.; CORSI, M. Sistema intensivo de produção de leite em pastagens de capim-elefante do Departamento de Zootecnia da Esalq. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GADO LEITEIRO, 2, Piracicaba, 1996. **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 1996. p.97-122.
- SILVA, S. da.; SOARES, A.M.; OLIVEIRA, L.D. et al. Respostas fisiológicas de gramíneas promissoras para revegetação ciliar de reservatórios hidrelétricos, submetidas à deficiência hídrica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.1, p.124-133, 2001.
- SILVA, V.M. da; ARAÚJO FILHO, J.A. de; REGO, M.C. et al. Desempenho de bovinos e da pastagem em diferentes níveis de manipulação da caatinga. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**. Recife, v.12, n. especial, p.99-107, 2000/2001.
- SIMÕES, W.L.; CALGARO, M.; COELHO, D.S. et al. Respostas de variáveis fisiológicas e tecnológicas da cana-de-açúcar a diferentes sistemas de irrigação. **Revista Ciência Agrônômica**, v.46, n.1, p.11-20, 2015.
- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v.35, p.4-10, 1995.
- SOARES FILHO, V.C.; CECATO, U.; RIBEIRO, O.L. et al. Morphogenesis in pastures with Tanzania grass fertilized with nitrogen doses under a grazing system. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v.37, n.3, p.235-241, 2015.
- SOUSA, F.B. de; ARAÚJO FILHO, J.A. de. Avaliação e seleção de forrageiras nativas e exóticas para o semi-árido brasileiro. Sobral: Embrapa Caprinos (Circular Técnica, 23), 2001. 12p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3^o ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722p.
- VALLE, C.B. do; MACEDO, M.C.M.; EUCLIDES, V.P.B. et al. Gênero *Brachiaria*. In: **Plantas Forrageiras**. FONSECA, D. M. da; MARTUSCELLO, J. A. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010.
- VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D. B. et al. BRS Paiaguás: A new *Brachiaria (Urochloa)* cultivar for tropical pastures in Brazil. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, v.1, n.1, p.121–122, 2013.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; VALÉRIO, J.R. et al. *Brachiaria brizantha* cv. Piatã: uma forrageira para diversificação de pastagens tropicais. **Seed News**, v.11, n.2, p.28-30, 2007.

CAPÍTULO II

MORFOFISIOLOGIA DO CAPIM-BÚFFEL (cv. Gayndah) CULTIVADO EM SOLO DE TEXTURA ARENOSA, SOB DIFERENTES SUPRIMENTOS HÍDRICOS, NOS PERÍODOS SECO E DE TRANSIÇÃO SECO/CHUVOSO

RESUMO

Objetivou-se avaliar as trocas gasosas, o fluxo de biomassa e as características estruturais e de biomassa do capim-búffel cultivar Gayndah em diferentes suprimentos hídricos em solo de textura arenosa. As trocas gasosas foram realizadas em duas fases: estabelecimento, sendo feito um curso diário sob o regime de irrigação de 100% da E_{t0} ; e nos períodos seco e de transição seco/chuvoso, sob os regimes de lâminas de irrigação de 30, 60, 90 e 120% da E_{t0} . Para o ensaio de fluxo de biomassa e para as características estruturais e de biomassa foram realizadas em dois períodos: seco e de transição seco/chuvoso sob os regimes de 30, 60, 90 e 120% da E_{t0} . Com relação ao curso diário das trocas gasosas na fase de estabelecimento, os parâmetros fisiológicos foram intensificado entre os horários 11:00 e 13:00. Nos período seco e de transição seco/chuvoso, as maiores taxas fotossintéticas foram observados no período seco. No que se refere ao fluxo de biomassa, observou-se interação significativa de gramínea x lâmina de irrigação em todas as variáveis, sendo observado comportamento inverso na taxa de alongamento foliar nos períodos seco e de transição seco/chuvoso. Quanto às características de biomassa, verificou-se maior biomassa de folhas e de colmo nos maiores regimes de irrigação no período seco, ao passo que comportamento inverso foi encontrado no período chuvoso, revelando recuperação das gramíneas após a entrada no período das águas. Já em relação às características estruturais, a baixa relação de folha/colmo, independentemente do período, é resultado do florescimento precoce desta cultivar. O regime de 90% da E_{t0} proporciona o máximo de acúmulo de forragem, ao passo que no tratamento de 30% da E_{t0} , permite a manutenção das gramíneas sem prejuízo ao seu status fisiológico.

Palavras-chave: Relação lâmina foliar/colmo, lâminas de irrigação, *Pennisetum ciliare*.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the gas exchange, the biomass flow and the structural and biomass characteristics of the buffel grass cv. Gayndah in different water supplies in sandy soil. The gas exchanges were carried out in two phases: establishment, being done a daily course under the irrigation regime of 100% of E_{t0} ; and in the dry and dry/rainy transition periods, under the irrigation sludge regimes of 30, 60, 90 and 120% of E_{t0} . For the biomass flow test and the biomass and structural characteristics were performed in two periods: dry and dry/rainy transition under the regimes of 30, 60, 90 and 120% of E_{t0} . Regarding the daily course of gas exchange in the establishment phase, the physiological parameters were intensified between the hours 11:00 and 13:00. In the dry and dry/rainy transition period, the highest photosynthetic rates were observed in the dry period. Regarding the biomass flow, there was a significant interaction of grass x irrigation leaf in all variables, and an inverse behavior was observed in leaf elongation rate in the dry and dry/rainy transition periods. Regarding the biomass characteristics, there was greater leaf and stem biomass in the higher irrigation regimes in the dry period, while the reverse behavior was found in the rainy season, revealing the recovery of the grasses after entering the water period. Regarding the structural characteristics, the low leaf/stem ratio, regardless of the period, is a result of the early flowering of this cultivar. The 90% E_{t0} regime provides the maximum forage accumulation, while in the 30% E_{t0} allows the maintenance of the grasses without prejudice their physiological status.

Key words: Leaf-stem ratio, irrigation depth, *Pennisetum ciliare*.

1. INTRODUÇÃO

A produção de forragem na maioria dos sistemas de produção animal no Semiárido é oriunda da vegetação natural, tendo uma pequena minoria das propriedades que dispõem de água, utilizando a irrigação para produção de volumosos. Em alguns casos, a limitada oferta de água é usada de forma irracional, comprometendo a produção de forragem ao longo do ano.

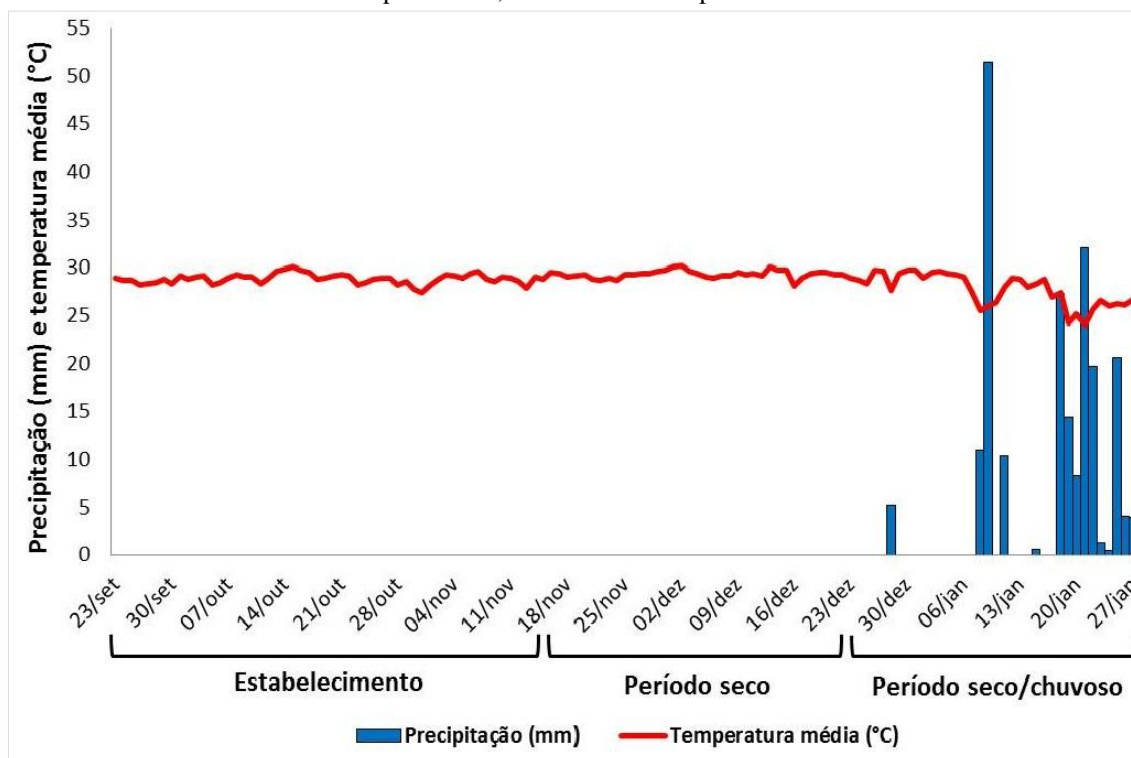
O uso racional dos recursos hídricos e a utilização de plantas forrageiras adaptadas ao Semiárido é premissa básica para a sustentabilidade da produção de forragem. Nesse sentido, a irrigação das pastagens pode adquirir um novo status, podendo ser utilizados regimes de irrigação que propiciem uma produção de forragem aquém da capacidade máxima, mas que mantenha uma produção mínima em acordo com a disponibilidade hídrica disponível sem causar comprometimento no vigor da pastagem. Para tanto, é necessário a utilização de forrageiras que se adequem a esse novo modelo de uso dos recursos hídricos, contudo ainda são escassos os estudos com pastagens irrigadas nos domínios da Caatinga brasileira.

Por essa razão, objetivou-se avaliar os parâmetros fisiológicos e as características morfogênicas e estruturais do capim-búffel submetido a diferentes regimes de irrigação e implantado solo de textura arenosa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

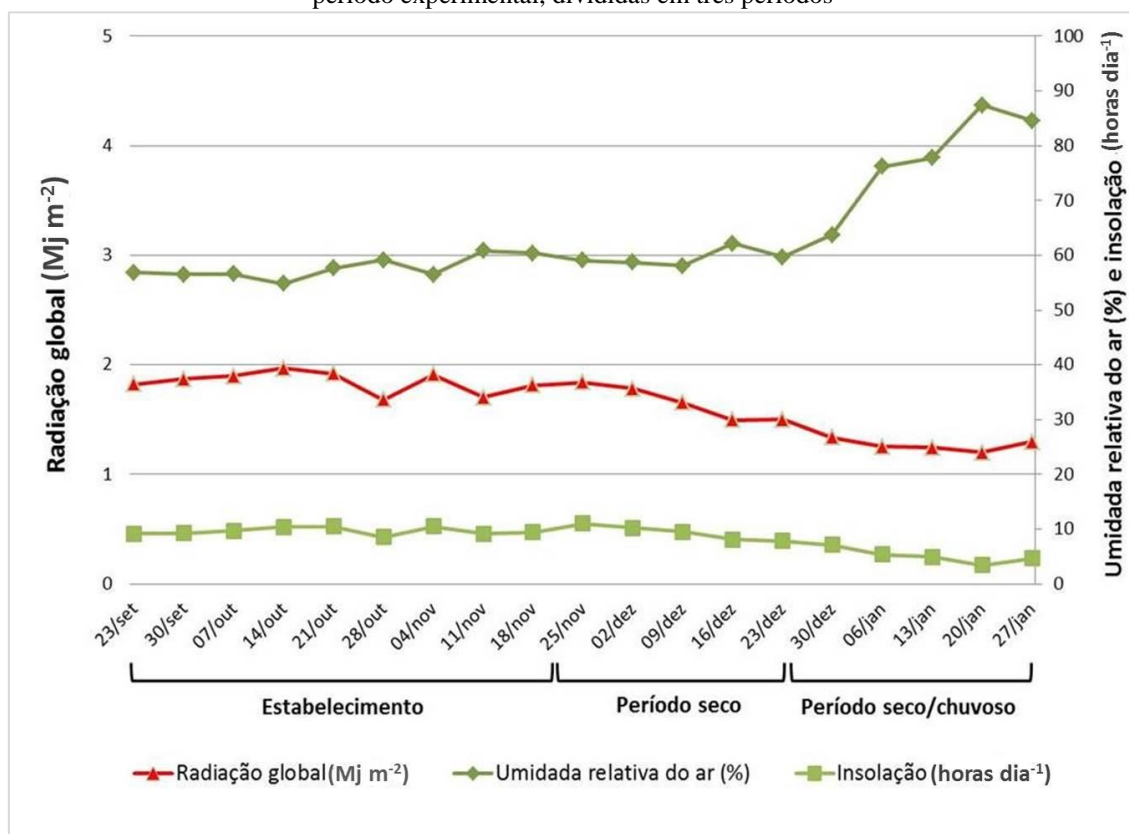
O experimento foi conduzido na Fazenda Três Lagoas, pertencente à Embrapa Caprinos e Ovinos situada em Sobral – CE, sob coordenadas geográficas de 3°45'00.77" latitude sul, longitude a oeste de Greenwich de 40°20'38.55" e altitude aproximada de 101 metros em relação ao nível do mar. O clima da cidade de Sobral, segundo classificação de Köppen - Geiger, é do tipo Aw', Semiárido quente, com chuvas compreendidas no período verão-outo; com precipitações e temperaturas médias de 912,0 mm e 28,5°C, respectivamente (FUNCEME, 2016). As atividades experimentais abrangeram o período de setembro de 2015 a janeiro de 2016. Os dados de temperatura média, precipitação, umidade relativa, radiação e insolação encontram-se nas Figuras 1 e 2 (INMET, 2016).

Figura 1 - Médias semanais de temperatura média e precipitação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos



Fonte: INMET, 2016.

Figura 2 - Médias semanais de radiação global, umidade relativa do ar e insolação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos



Fonte: INMET, 2016.

O ensaio foi conduzido em vasos a pleno sol. Utilizou-se como substrato a camada de 0-0,2 m de um solo do tipo Argissolo Vermelho Amarelo (SANTOS et al., 2006), coletado no município de Morrinhos – CE, sob coordenadas geográficas de 3°14'43.66" latitude sul e 40°03'32.91" longitude a oeste de Greenwich.

As análises química e granulométrica do solo Argissolo encontram-se na Tabela 1. Como procedimento de colheita, foi realizada a limpeza superficial da área para retirada da serrapilheira e coleta do solo. Logo em seguida, o solo passou por destorroamento e peneiramento para eliminação de partes grosseiras e materiais estranhos. Os vasos foram preenchidos com 7,5 dm³ de solo e alocados em bancadas de metal (Figura 3).

A partir dos resultados da análise de solo procederam-se as correções de acordo com o Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – RIBEIRO et al., (1999). O solo foi corrigido para fósforo (30 kg ha⁻¹ ou 15 mg dm³) e potássio (20 kg ha⁻¹ ou 10 mg dm³) utilizando como fontes desses nutrientes superfosfato simples (18% de P₂O₅) e cloreto de potássio (60% de K₂O), respectivamente. Convertendo os valores para o volume do solo de 7,5 dm³, utilizou-se 0,625g de P₂O₅ e 0,125g de K₂O por vaso em única aplicação. A prática da calagem não foi necessária tendo em conta a saturação por bases de 48%, atendendo as exigências das gramíneas (RIBEIRO et al., 1999).

Figura 3 - Visão geral da área experimental



Tabela 1. Atributos químicos e granulométricos da camada de 0-0,2 m do solo Argissolo

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H + Al	Al	SB	CTC
H ₂ O	g dm ⁻³	---mg dm ⁻³ ---		-----mmol _c dm ⁻³ -----					
5,7	5	4	23	14	2	18	0	16,6	34,6
V	S	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
%		-----mg dm ⁻³ -----							
48	3	2	0,12	0,2	5	6,0	0,90		
Argila		Silte		Areia total		Areia grossa		Areia fina	
-----g kg ⁻¹ -----									
84		16		900		840		60	

pH – potencial hidrogeniônico; M.O. – matéria orgânica (muito baixo); P – fósforo (muito baixo); K – potássio (baixo); Ca – cálcio (médio); Mg – magnésio (baixo); H + Al – acidez potencial (baixo); Al – alumínio; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca de cátions; V – saturação por bases; S – enxofre; Na – sódio; B – boro (baixo); Cu – cobre (baixo); Fe – ferro (muito baixo); Mn – manganês (bom); Zn – zinco (baixo). (RIBEIRO et al., 1999).

Fase de estabelecimento

A semeadura do capim-búffel deu-se diretamente nos vasos. A aplicação de adubo nitrogenado foi realizada dez dias após a emergência das plântulas tendo como fonte de nitrogênio a uréia (45% de nitrogênio). O adubo foi aplicado via água de irrigação. Foi utilizada uma dose equivalente a 30 kg ha⁻¹ciclo ou 15 mg dm³ de solo, perfazendo uma aplicação de 0,25 gramas de uréia para o volume de solo de 7,5 dm³.

A lâmina de irrigação utilizada na fase de estabelecimento segue como parâmetro a evaporação diária coletada do Tanque Classe ‘A’ (MEDEIROS et al, 2013) para posterior estimativa da evapotranspiração de referência (Et₀). O Tanque Classe ‘A’ é pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET – Estação Sobral), distante do local experimental aproximadamente 489 metros.

O cálculo da lâmina de irrigação utilizada no período de estabelecimento (100% da evapotranspiração de referência – Et₀) é composto pelo produto da equação:

$$Et_0 = K_p * E_t$$

Em que,

Et₀: Evapotranspiração de referência;

K_p: Coeficiente do tanque Classe ‘A’, adimensional, e;

E_t: Evaporação do tanque, mm dia⁻¹.

Para a correção do volume de água a ser aplicado em função do volume de solo, efetuou-se a multiplicação do produto da Et₀ pela área do vaso, conforme a equação abaixo:

Lâmina de irrigação = Et_0 * área do vaso

A coleta dos dados de evaporação obtidas pelo tanque Classe 'A' foi realizada diariamente por volta de 08:30 horas. Após 52 dias de estabelecimento, procedeu-se o corte das gramíneas finalizando o tratamento com a lâmina de 100% da Et_0 . O croqui experimental da fase de estabelecimento encontra-se na figura 4.

Crescimento do capim-búffel nos períodos seco e de transição seco/chuvoso

Logo em seguida ao corte equivalente a 2/3 das folhas, após o período de crescimento de 32 dias, as gramíneas foram submetidas ao tratamento com quatro lâminas de irrigação: 30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (Et_0). O croqui experimental encontra-se na figura 5.

Para a estimativa do fim do período de crescimento, foi adotado como critério a estabilização do número de folhas vivas por perfilho (NFV) das gramíneas sob o tratamento com a lâmina de 90% da Et_0 durante o período seco. A escolha da lâmina de 90% da Et_0 leva em consideração o volume hídrico que mais se aproxima daquele utilizado na fase de estabelecimento (100% da Et_0).

Para o manejo da irrigação foram adotados os mesmos procedimentos tomados na fase de estabelecimento. A adubação nitrogenada (15 mg de N dm^{-3} de solo) foi aplicada via água de irrigação imediatamente após o corte das gramíneas.

Figura 4 - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal na fase de estabelecimento do capim-búffel sob o tratamento com a lâmina de 100% da Et_0 . Os círculos marcados com "x" representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo

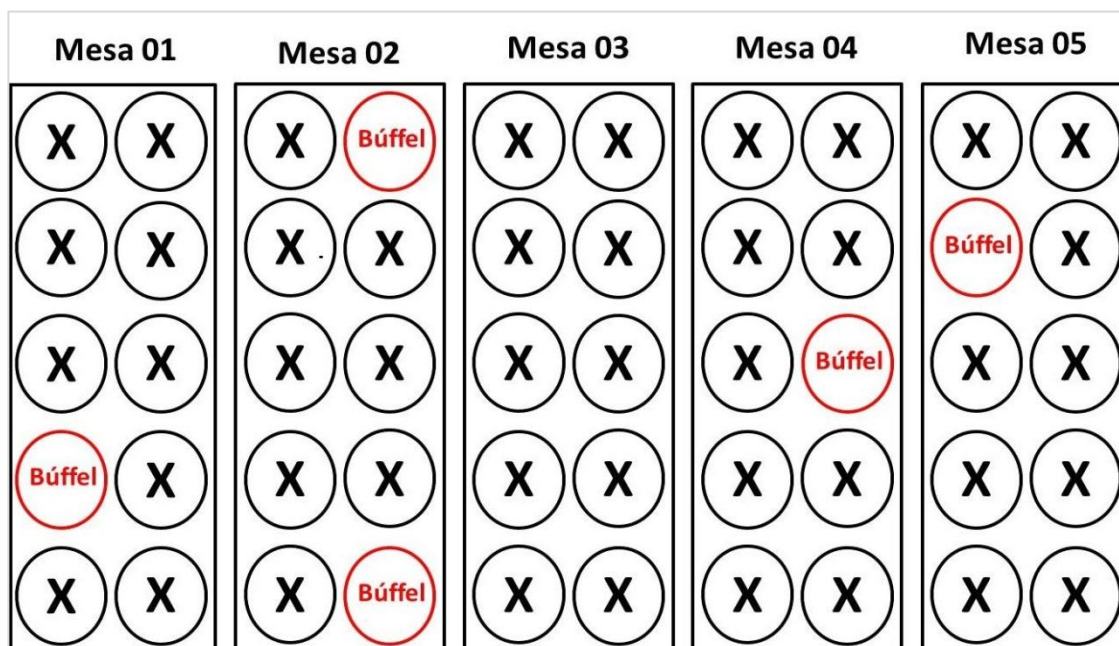
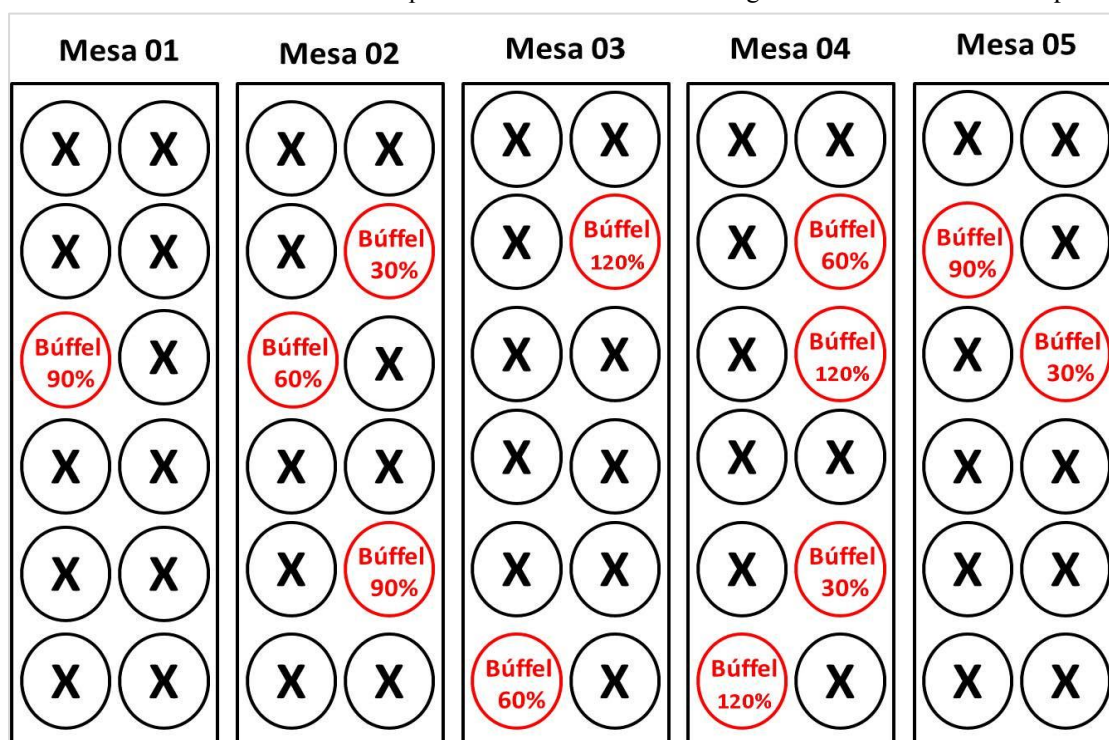


Figura 5 - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal durante os períodos seco e de transição seco/chuvoso do capim-búffel sob os tratamentos com as lâminas de irrigação de 30, 60, 90 e 120% da E_t . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo



Ensaio I - Avaliação das trocas gasosas

As avaliações de trocas gasosas foram realizadas por intermédio do analisador de CO_2 por infravermelho, IRGA modelo LCpro-SD (ADC Bioscientific Ltd Hoddesdon, Hertfordshire, UK). Na fase de estabelecimento as análises foram realizadas ao término do período (52 dias) onde foi realizado um curso de diário de trocas gasosas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições.

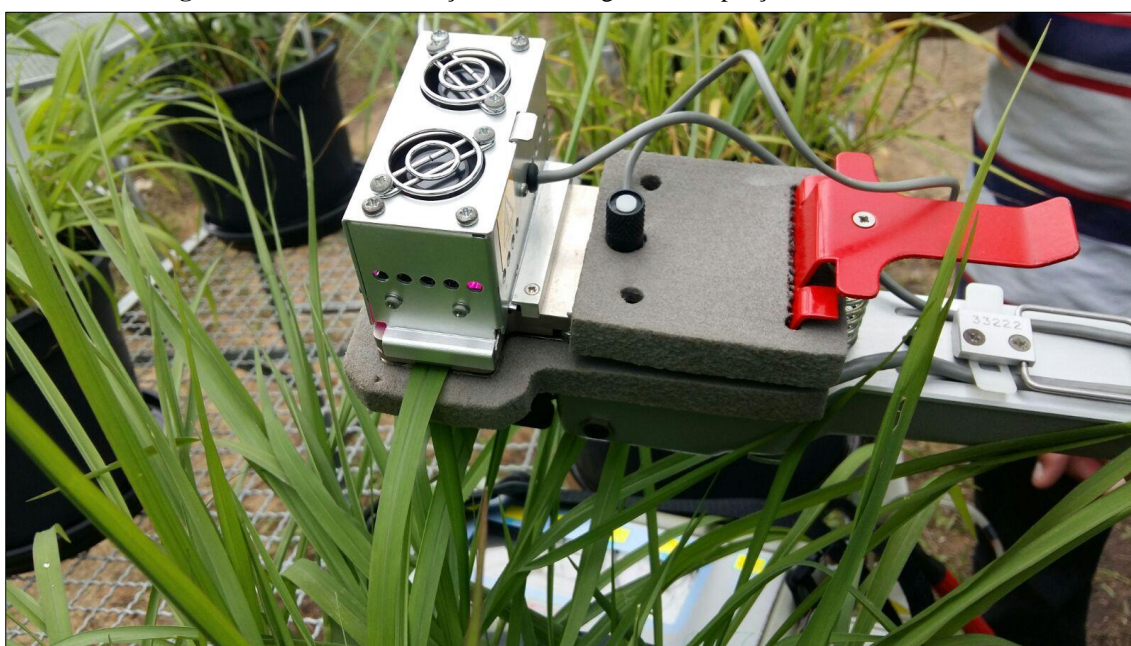
Os dados climatológicos de temperatura do ar, umidade relativa, radiação e velocidade do vento aferidos a cada período de coleta (horas) encontram-se na Tabela 2. Para cada vaso (unidade experimental) foi escolhido um perfilho, tomando a porção mediana da folha recém-expandida para a leitura do aparelho. (Figura 6).

Tabela 2. Temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação e velocidade do vento, registrados a cada horário de coleta durante a aferição das trocas gasosas do capim-búffel na fase de estabelecimento

Período (horas do dia)	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Radiação (Mj m ⁻²)	Vento (m s ⁻¹)
8	23,3	86	1,679	0,4
10	27,2	69	1,869	2,0
12	31,5	47	1,599	4,8
14	33,9	37	1,371	4,2
16	36,4	29	0,621	4,0

Fonte: INMET, 2016.

Figura 6 - Detalhe da aferição das trocas gasosas na porção mediana da folha



Nas fases seguintes (período seco e período de transição seco/chuvoso) o delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizados em esquema de parcelas subdivididas, tendo os períodos as parcelas (período seco e período de transição seco/chuvoso) e as lâminas de irrigação as subparcelas (30, 60, 90 e 120% da E_{t0}), com três repetições.

As leituras durante o tratamento com o regime de lâminas de irrigação foram realizadas no 10º dia após o corte correspondente ao início de cada ciclo de crescimento, adotando os mesmos cuidados tomados na fase de estabelecimento. A tomada da leitura aos 10º dia de rebrota, leva em conta a expansão da primeira folha produzida na rebrotação das gramíneas sob o regime de menor suprimento hídrico (30% da E_{t0}), conferindo àquelas gramíneas um período mínimo de descanso após o corte. As

leituras foram realizadas sempre logo após a irrigação das plantas, por volta de 9:00 e 10:00 da manhã.

Foram analisadas as variáveis, temperatura da folha (TFOL, °C), concentração interna de CO₂ na folha (C_i, ppm), taxa de transpiração foliar (E, μmol m⁻² s⁻¹), condutância estomática (g_s, μmol m⁻² s⁻¹) e taxa de fotossíntese foliar (A, μmol m⁻² s⁻¹).

Os dados foram analisados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. Para o efeito de tempo, na fase de estabelecimento e de lâmina de irrigação nos períodos seco e de transição seco/chuvoso, foi realizada análise de regressão baseado em modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Para o efeito de período, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e a interação (período x lâmina de irrigação) foi desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. Como ferramenta de auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

Ensaio II – Avaliação do fluxo de biomassa

Na fase de estabelecimento, logo após estabilização da germinação, procedeu-se um desbaste para permanência de três plantas por vaso. Cada perfilho foi identificado com uma haste de cor diferente para o ensaio de morfogênese (Figura 7).

Figura 7 - Perfilhos de capim-búffel, antes (a) e após o desbaste (b). Detalhe para a identificação dos perfilhos para o ensaio de fluxo de biomassa (c)



Para cada perfilho identificado, foi mensurado o comprimento da lâmina foliar a partir da lígula exposta, quando a folha encontrava-se completamente expandida, e da lígula da folha imediatamente inferior, quando se tratava de uma folha em expansão. O comprimento total da folha é dividido em fração verde e fração morta, sendo este último obtido por diferença do comprimento total. A altura das hastes foi obtida através da

aferição do comprimento da lígula da última folha expandida em relação ao solo. O intervalo de avaliação deu-se a cada três dias.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas tendo os períodos (seco e transição seco/chuvoso) as parcelas e as lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da E_{t0}) as subparcelas, com três repetições.

Através do acompanhamento do fluxo de biomassa das forrageiras, foi possível estimar a taxa de alongamento das folhas (TAIF = $\text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$), das hastes (TAIH = $\text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$), de senescência foliar (TSF = $\text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$) e filocrono, variável que mostra o tempo necessário, em dias, até a completa expansão da folha, o qual é observado com a exposição da lígula.

Os dados foram analisados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. Para o efeito de lâmina de irrigação, foi realizada análise de regressão baseado em modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Para o efeito de período, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e a interação (período x lâmina de irrigação) desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. Como ferramenta de auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

Ensaio III - Avaliação das características estruturais e de biomassa

Ao término de cada período de crescimento (seco e transição seco/chuvoso) foram realizadas as seguintes mensurações anteriores ao corte das gramíneas: altura do dossel (ALT), número de folhas vivas por perfilho (NFV) e densidade populacional de perfilhos (DPP).

A altura do dossel foi auferida com o auxílio de uma régua, sendo tomadas cinco alturas aleatoriamente em cada repetição (vaso) partindo do solo até o encontro da régua com a curvatura das folhas no dossel. O número de folhas vivas por perfilho foi obtido mediante contagem das folhas de cinco perfilhos aleatoriamente para cada repetição (vaso). Para folhas truncadas resultantes de ciclos anteriores e folhas em emergência, ou seja, aquelas que não apresentaram a exposição da lígula foram consideradas o valor de 0,5 folhas.

A densidade populacional de perfilhos foi contabilizada em cada vaso (repetição), a cada intervalo de avaliação. Foi também avaliado o ângulo das hastes ($\hat{\text{ANG}}$), que é conseguido mediante mensuração do comprimento das hastes verticalmente a partir da lígula da última folha expandida em relação ao solo e,

horizontalmente, correspondendo ao comprimento da inserção da gramínea á altura da última lígula exposta.

Logo em seguida foi realizado o corte de 2/3 das folhas das gramíneas, (Figura 8). O material colhido foi pesado e fracionado em folha, colmo e material morto para determinação das biomassas de lâmina foliar verde (BLV), de colmo verde (BCV), de forragem morta (BFM) e relação lâmina foliar/colmo (F/C). Após o fracionamento, o material foi pesado, acondicionado em sacos de papel, levado a estufa a 55°C até peso constante e pesado novamente.

Figura 8 - Corte de 2/3 das folhas do capim-búffel. Detalhe para os perfilhos, antes (a) durante (b) e após a remoção da biomassa vegetal (c)



A eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde (EUA_{BFV}) ao qual considera as frações folha e colmo, foi obtida através da razão entre a biomassa de forragem verde ($g\ vaso^{-1}$) e a quantidade de água (mm) correspondente a cada tratamento com lâmina de irrigação.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas tendo os períodos (seco e transição seco/chuvoso) as parcelas e as lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da E_{t0}) as subparcelas, com três repetições.

Os dados foram analisados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. Para o efeito de lâmina de irrigação, foi realizada análise de regressão baseado em modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Para o efeito de período, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e a interação (período x lâmina de irrigação) foi desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. Como ferramenta de auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Trocas gasosas

3.1.1 Trocas gasosas na fase de estabelecimento

Verificou-se efeito de tempo para a maioria das variáveis avaliadas durante o ensaio de curso diário de trocas gasosas do capim-búffel na fase de estabelecimento, à exceção da variável condutância estomática (gs) (Tabela 3). Para as variáveis TFol, E e A, foi constatado comportamento quadrático com ponto de máximo e de mínimo para variável Ci, com 45° de temperatura e 3,05 e 10,05 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de taxas de transpiração e de fotossíntese foliar e 24,0 ppm de concentração interna de CO₂ estimados nos horários de 11:46, 12:37, 12:39 e 12:21, respectivamente (Tabela 3). A taxa fotossintética do capim-búffel foi incrementada com o aumento da radiação incidente, o que mostra o potencial fotossintético das gramíneas forrageiras tropicais do tipo C4. O comportamento decrescente da fotossíntese após as 14:00 horas, pode ser resultado de um conjunto de variáveis climáticas influenciando negativamente no processo fotossintético, como a baixa umidade relativa do ar, diminuição em termos quantitativos da radiação incidente e elevadas temperatura do ar e velocidade do vento (Tabela 2). Tais acontecimentos podem ter aumentado o déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar (MACHADO et al., 2002) ocasionado o fechamento parcial dos estômatos e conseqüentemente diminuição da fotossíntese. O que de fato pode ser corroborado pela diminuição de aproximadamente 60% do processo fotossintético no horário de 16:00 horas em relação as 14:00 horas.

Dessa forma fica claro que não só a disponibilidade hídrica vem a ser um fator limitante para a produção vegetal, mas sim o conjunto de fatores climáticos, que mesmo em curtos intervalos, como no decorrer de um período diurno, pode causar efeitos negativos na produção de forragem em condições semiáridas.

Tabela 3. Curso diário de trocas gasosas do capim-búffel durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Tempo (hora)							F	Equações (efeito de tempo)
8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	CV(%)			
Temperatura da folha (TFol; °C)								
41,3	44,6	44,4	43,6	38,5	3,98	11,68*	-0,311429* + 7,1422* + 4,1537; R ² = 0,97	
Concentração interna de CO₂ (Ci; ppm)								
56,6	17,0	44,2	20,4	62,2	49,05	5,49*	1,9964* - 47,1842* + 302,83; R ² = 0,53	
Taxa de transpiração foliar (E; μmol m⁻² s⁻¹)								
1,58	2,35	2,92	3,08	1,16	34,04	6,09*	-0,103679* + 2,4827 - 11,8118; R ² = 0,86	
Condutância estomática (gs; μmol m⁻² s⁻¹)								
0,030	0,032	0,042	0,048	0,020	47,01	2,27**	0,03 ± 0,01	
Taxa de fotossíntese foliar (A; μmol m⁻² s⁻¹)								
6,09	7,61	9,41	10,99	4,36	35,34	4,64*	-0,294893* + 7,0737* - 32,3642; R ² = 0,70	

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.1.2 Trocas gasosas nos períodos seco e de transição seco/chuvoso

Foi constatado efeito de interação (período x lâmina de irrigação) apenas para a variável concentração interna de CO₂ (Ci) do capim-búffel nos períodos seco e de transição seco/chuvoso (Tabela 4).

Com relação ao efeito isolado de período, foi verificado no período seco as maiores médias para as variáveis TFol, E e A (Tabela 4). No que se refere ao efeito isolado de lâmina de irrigação, a temperatura da folha (TFol) foi inversamente proporcional ao regime hídrico proposto pelas lâminas de irrigação. Foi verificado comportamento linear decrescente com 43,2 e 40,7°C estimados nas lâminas de irrigação de 30 e 120% da Et₀, respectivamente.

A menor temperatura da folha das gramíneas melhor supridas pelo tratamento de irrigação pode ser resultado da maior taxa de transpiração foliar, aproximadamente 70% maior no tratamento de 120% em relação ao de 30% da Et₀, em ambos os períodos avaliados e pelo efeito da capacidade térmica da água, ou seja, a maior quantidade de água no protoplasma da célula vegetal pode ter favorecido um melhor controle da temperatura da folha pelo elevado calor específico da água. Vale destacar que durante o período seco, a temperatura média da folha foi superior em 8,3, 9,0, 9,9 e 9,1% em relação ao período de transição seco/chuvoso, para as gramíneas sob os tratamentos de 30, 60, 90 e 120% da Et₀, nessa ordem.

Já para as variáveis E , g_s e A , foi verificado comportamento quadrático com ponto de máximo de 4,84, 0,131 e 19,74 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ estimados nas lâminas de 113, 120 e 110% da E_{t0} , respectivamente. A taxa fotossintética do capim-búffel decresceu independentemente do período avaliado quando sob um maior suprimento hídrico, isto é, teve uma diminuição de 27,4% sob o regime de 120% da E_{t0} , em relação ao tratamento de 90%, no período seco, seguindo o mesmo raciocínio para o período de transição seco/chuvoso, com uma redução de 28,1%. Tal assertiva indica uma baixa tolerância do capim-búffel a regiões com maiores precipitações.

No período seco, a partir do regime de 60% da E_{t0} a taxa fotossintética foi inferior aos tratamentos de 90 e 120% da E_{t0} em 36,3 e 32,1%, o que levou a uma produção de biomassa de lâmina foliar verde inferior de 64,7 e 62,4%, respectivamente. No entanto, vale destacar que a biomassa de colmo verde do tratamento de 60% da E_{t0} foi inferior em 75,0 e 45,6%, o que leva a uma relação lâmina foliar/colmo superior em 33,3 e 22,2% em relação aos regimes de 90 e 120% da E_{t0} , além de uma economia hídrica de 33,3 e 50%, nessa ordem. Considerando o manejo do capim-búffel irrigado para áreas com pouca disponibilidade hídrica, a lâmina de 60% da E_{t0} apresenta ser uma alternativa pertinente, pois possibilita o controle do alongamento do colmo, oferecendo uma forragem de melhor qualidade.

Com relação a variável C_i , verificou-se comportamento quadrático com ponto de mínimo de 6,9 e 34,4 ppm de CO_2 estimados nas lâminas de irrigação de 39 e 63% da E_{t0} , respectivamente (Figura 9). Apesar de que a menor concentração de CO_2 no mesófilo foliar esteja associada ao consumo deste pelo processo fotossintético, não foi verificado tal comportamento no tratamento com menor regime de irrigação durante o período seco. A menor C_i dos tratamentos, especialmente no regime de 30% da E_{t0} , pode ser explicado pela baixa disponibilidade hídrica, ocasionando o fechamento dos estômatos para minimizar a perda de água por transpiração, resultando em menor fotossíntese.

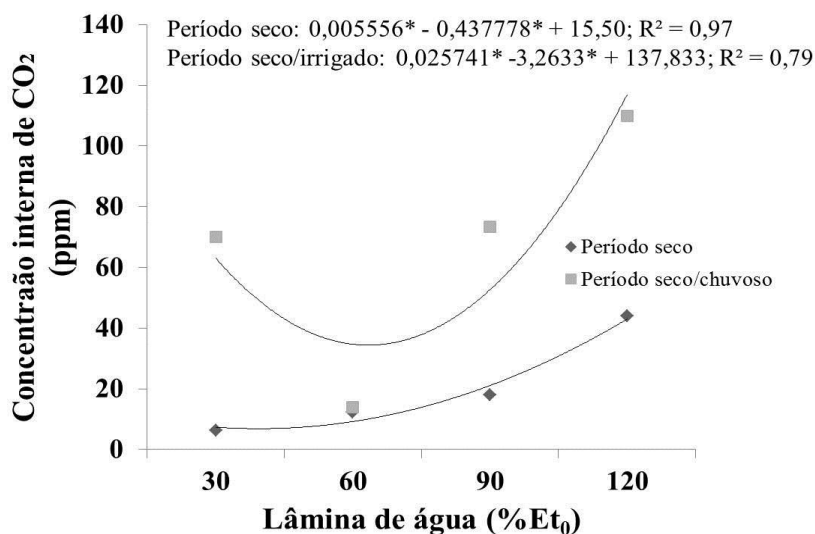
Tabela 4. Trocas gasosas do capim-búffel nos períodos seco e de transição seco/chuvoso sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Período	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					p-valor		
	30	60	90	120	Média	CV(%)	L	P x L
Temperatura da folha (TFol; °C)								
Seco	45,3	44,1	44,1	42,6	44,0a	3,08	58,04*	0,11**
Trans. seco/chuvoso	41,5	40,1	39,7	38,7	40,0b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			-0,027778* + 44,1250; R ² = 0,93					
Concentração interna de CO₂ (Ci; ppm)								
Seco	6,33	12,3	18,0	44,0	20,1b	19,85	175,29*	4,71*
Trans. seco/chuvoso	70,0	14,0	73,0	110,0	66,8a			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			-0,000523* + 0,118342* - 1,847917; R ² = 0,93					
Transpiração foliar (E; μmol m⁻² s⁻¹)								
Seco	1,83	4,05	6,44	6,01	4,58a	12,87	139,52*	0,90**
Trans. seco/chuvoso	0,96	1,71	3,67	3,31	2,41b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			-0,000012* + 0,003017* - 0,05750; R ² = 0,94					
Condutância estomática (gs; μmol m⁻² s⁻¹)								
Seco	0,026	0,070	0,143	0,143	0,095	44,51	1,09**	0,42**
Trans. seco/chuvoso	0,026	0,063	0,116	0,110	0,079			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			-0,000012* + 0,003017* - 0,05750; R ² = 0,94					
Taxa de fotossíntese foliar (A; μmol m⁻² s⁻¹)								
Seco	3,68	15,62	24,51	23,01	16,7a	26,59	18,17*	1,98**
Trans. seco/chuvoso	3,87	5,88	17,50	14,47	10,4b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			-0,002566* + 0,568769* - 11,766250; R ² = 0,93					

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

No período de transição seco/chuvoso, por sua vez, mudanças climáticas nos dez dias que antecederam a leitura das trocas gasosas causaram uma redução de 22,2 e 26,6% na radiação solar (Mj m⁻²) e insolação (horas dia⁻¹), respectivamente e aumento de 3,2% na umidade relativa do ar, em relação ao mesmo período que precederam o curso diário de trocas gasosas no período seco, influenciando nos parâmetros fisiológicos do capim-búffel. A baixa Ci apresentada pelo tratamento de 60% da Et₀ pode ser resultado da aferição pontual das trocas gasosas, podendo naquele momento, não ser representativo do real estado fisiológico daquelas gramíneas, possivelmente devido à instabilidade desta variável.

Figura 9 - Concentração interna de CO₂ (C_i) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (%E_{t0})), em dois períodos (seco e transição seco/chuvoso)



3.2 Fluxo de biomassa nos períodos seco e de transição seco/chuvoso

Verificou-se interação (período x lâmina de irrigação) em todas variáveis de fluxo de biomassa do capim-búffel (Tabela 5). A taxa de alongamento foliar (TAIF) no período seco obteve comportamento quadrático com a máxima taxa de alongamento de 2,48 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ estimada na lâmina de 120% da E_{t0}. Por outro lado, durante o período de transição seco/chuvoso, observou-se comportamento inverso, ou seja, maior alongamento foliar nas menores lâminas de irrigação (Figura 10a). A maior TAIF das gramíneas sob o tratamento de 30% da E_{t0} (1,93 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) em relação àquelas sob o tratamento de 120% da E_{t0} (0,83 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) é resultado da menor tolerância do capim-búffel a solos mal drenados e à altos regimes pluviométricos.

A baixa tolerância do capim-búffel a maiores regimes de irrigação foi constatado por Dantas Neto et al. (2000). Os autores avaliaram o efeito da precipitação e do corte no capim-búffel e observaram que até o nível de precipitação de 373 mm (em todas as idades ao primeiro corte), aumentava o rendimento de biomassa, corroborando para o fato de que o capim-búffel é mais adaptado a regiões com baixo regime de chuvas.

Tabela 5. Fluxo de biomassa de biomassa do capim-búffel nos períodos seco e de transição seco/chuvoso sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Período	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					p-valor		
	30	60	90	120	Média	CV(%)	L	P x L
Taxa de alongamento foliar (cm perf¹ dia⁻¹)								
Seco	0,39	1,39	2,36	2,45	1,65	50,72	1,77**	11,13*
Trans. seco/chuvoso	1,95	1,25	0,98	0,82	1,25			
Taxa de alongamento das hastes (cm perf¹ dia⁻¹)								
Seco	0,02	0,14	0,33	0,39	0,22	56,26	1,56**	21,66*
Trans. seco/chuvoso	0,70	0,30	0,09	0,08	0,29			
Taxa de senescência foliar (cm perf¹ dia⁻¹)								
Seco	0,30	0,66	1,51	1,29	0,94	70,11	16,59**	7,48*
Trans. seco/chuvoso	0,33	0,21	0,08	0,36	0,24			
Filocrono (dias)								
Seco	9,3	6,8	6,5	5,7	7,1	11,41	0,14**	3,74*
Trans. seco/chuvoso	5,7	5,9	7,4	8,7	6,9			

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 10 - Taxa de alongamento foliar (TAIF) (a) e taxa de alongamento das hastes (TAIH) (b) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)), em dois períodos (seco e transição seco/chuvoso)

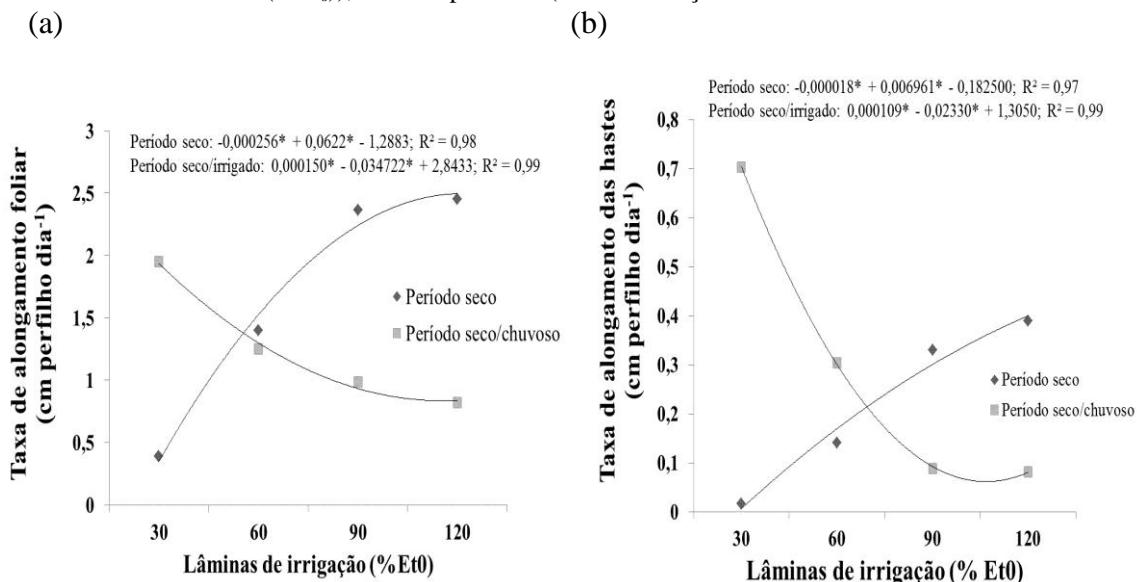
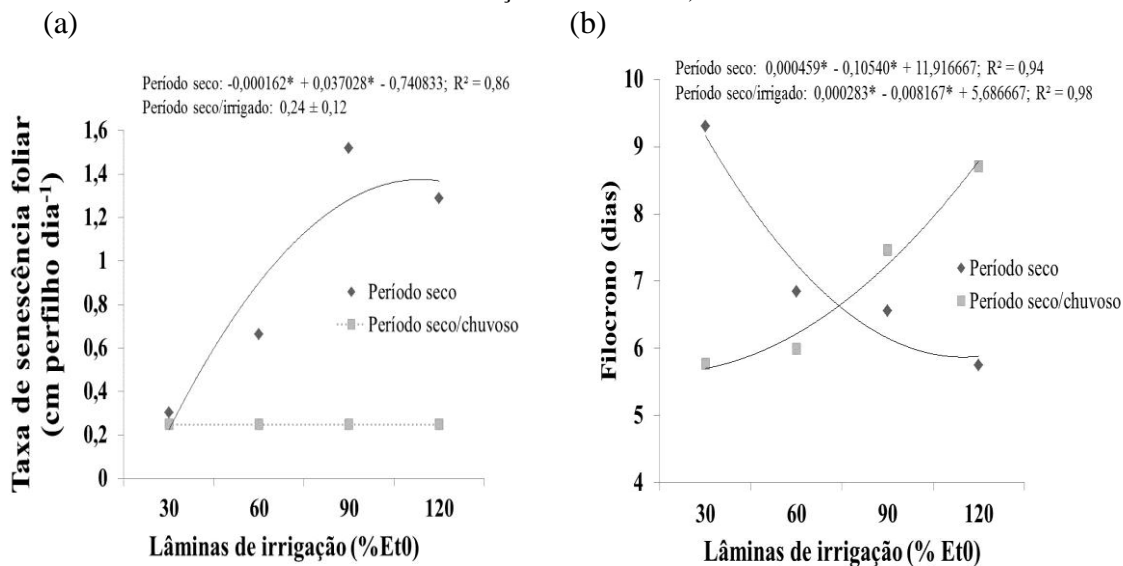


Figura 11 - Taxa de senescência (TSF) (a) e filocrono (FIL) (b) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_t)), em dois períodos (seco e transição seco/chuvoso)



A avaliação do comportamento do florescimento do capim-búffel durante os períodos de avaliação permitiu correlacionar a baixa tolerância desta forrageira ao excesso de umidade no solo. A ocorrência de florescimento do capim-búffel durante o período seco foi mais evidente no tratamento com as lâminas de 90% da E_t , com 55% dos perfilhos apresentando inflorescência aos 17 dias após corte. Já para os tratamentos com as lâminas de 60 e 120% da E_t , verificou-se 22 e 44% dos perfilhos florescendo aos 18 e 15 dias, respectivamente. A menor frequência de florescimento sob o tratamento com a lâmina de 120% da E_t pode ser explicado pela baixa tolerância do capim-búffel ao excesso de água no solo, corroborada pela produção de biomassa de forragem total (BFT) 31,3% menor em relação à BFT das gramíneas sob o tratamento com a lâmina de 90% da E_t .

Contudo, outro fator que pode explicar o comportamento inverso da TAIF durante a entrada no período das águas, diz respeito a rápida expansão das lâminas foliares das gramíneas sob os menores regimes hídricos. Com a chegada das precipitações, foi verificado elevado alongamento e surgimento de novas folhas, principalmente daquelas sob o tratamento com a lâmina de 30% da E_t . Tal comportamento pode ser explicado pelo vigoroso sistema radicular do capim-búffel (AYERSA, 1981) o que provavelmente favorece o acúmulo de quantidades apreciáveis de reservas orgânicas, possibilitando bom vigor de rebrotação após um período de estresse hídrico.

O capim-búffel sob o tratamento com as menores lâminas de irrigação (30 e 60% da E_{t0}), logo em seguida ao início das precipitações, teve seu desenvolvimento restabelecido, saindo de uma condição latente, onde não se constatava crescimento de estruturas, para uma rápida emissão de novas folhas e alongamento das hastes para o lançamento da inflorescência. Em contrapartida, as gramíneas sob os maiores regimes hídricos (90 e 120% da E_{t0}), apresentaram crescimento prejudicado por conta da baixa tolerância desta forrageira ao maior teor de umidade no solo, conforme já retratado anteriormente.

Comportamento semelhante à TAlF foi verificado para a taxa de alongamento e das hastes (TAIH) (Figura 10b) e Filocrono (Figura 11b). Durante o período seco, a TAIH do capim-búffel foi incrementada com o maior suprimento hídrico providos pelas maiores lâminas de irrigação, sendo observado efeito quadrático com $0,39 \text{ cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ estimados na lâmina de 120% da E_{t0} . Para o filocrono, por sua vez, o menor intervalo de surgimento entre duas folhas foi alcançado pelas gramíneas sob o regime de 120% da E_{t0} , com o período estimado de 5,8 dias. No período de transição seco/chuvoso, àquelas gramíneas que vinham sob os maiores regimes hídricos, 120% da E_{t0} , particularmente, obtiveram menores TAIH e maior Filocrono com $0,078 \text{ cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e 8,7 dias, estimados nos regimes hídricos de 106 e 120% da E_{t0} , respectivamente.

O rápido alongamento das hastes desta gramínea pode ser explicado pela sua origem. A cultivar de capim-búffel Gayndah, assim como a maioria das cultivares de capim-búffel desenvolvida na Austrália, foi selecionada com o propósito principal de produzir sementes no mais breve período de tempo, a fim de aproveitar a baixa precipitação naquela região e manter um banco ativo de sementes (LOCK, 1999). Tal fato é corroborado pelo rápido desenvolvimento desta cultivar, apresentando elevado fluxo de biomassa e a rápida emissão da inflorescência, já verificada aos 30 dias após a semeadura, em média (fase de estabelecimento). A rápida entrada no período reprodutivo e consequente disseminação de sementes é um mecanismo de escape de plantas adaptadas a regiões de solos com baixa fertilidade natural e/ou com baixa ou irregular distribuição do regime de chuvas, como forma de manter a perenidade da gramínea na pastagem (DIAS FILHO, 1990). A adaptabilidade do capim-búffel a regiões secas é devido principalmente a um sistema radicular profundo, vigoroso e com presença de rizomas, que possibilita uma maior capacidade de explorar água e manutenção do turgor (AYERSA, 1981).

Verificou-se comportamento quadrático para a taxa de senescência foliar do capim-búffel com $1,36 \text{ cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ estimado na lâmina de 114% da E_{t0} (Figura 11a). O comportamento semelhante entre a taxa de senescência foliar e de alongamento das hastes do capim-búffel, pode ser resultado da mobilização de nutrientes das folhas mais velhas para o alongamento do colmo. É de se esperar que em regimes de melhor suprimento de água, as gramíneas tem maior capacidade fisiológica de realizar a fotossíntese e conseqüentemente produzir fotoassimilados.

Por outro lado, vale destacar que nas condições experimentais foi utilizado um solo quimicamente pobre, não corrigido e adubado com uma dose baixa de nitrogênio por ciclo de crescimento, o que pode ter levado as plantas a realocar os nutrientes de tecidos mais velhos, especialmente o nitrogênio, para o alongamento das hastes, formação de novas folhas e da inflorescência. Tal assertiva é corroborada pelo fato de que o nitrogênio ser um dos nutrientes com maior mobilidade pelo vegetal (MARSCHNER, 2012), além de ser o mais exportado pelas culturas (RAIJ, 2011) o que pode ter ocasionado a senescência das primeiras folhas produzidas na rebrotação e daquelas que ficaram fora do alcance do corte.

3.3 Características de biomassa e estruturais nos períodos seco e de transição seco/chuvoso

Verificou-se interação (período x lâmina de irrigação) nas variáveis de biomassa de lâmina foliar verde (BLV), de colmo verde (BCV) e da eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde (EUA_{BFV}) do capim-búffel nos períodos seco e de transição seco/irrigado (Tabela 6). No período seco, a produção de biomassa de lâmina foliar verde apresentou comportamento quadrático com $3,27 \text{ g vaso}^{-1}$ estimada na lâmina de 120% da E_{t0} . Já no período de transição seco/chuvoso, em razão da elevada precipitação ocorrida no período (100,6 milímetros), o que equivale a uma suplementação de 5,33 litros de água vaso^{-1} , favoreceu o rápido restabelecimento das gramíneas suprimindo o tratamento de lâminas de irrigação, resultando em valores médios de $2,30 \text{ g vaso}^{-1}$ (Figura 12a).

Tabela 6. Produção de biomassa e eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde do capim-búffel nos períodos seco e de transição seco/chuvoso sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (E_t)

Período	Lâminas de irrigação (% E_t)						p-valor	
	30	60	90	120	Média	CV(%)	L	P x L
Biomassa de lâmina foliar verde (gramas vaso⁻¹)								
Seco	0,21	1,16	3,29	3,09	1,94	22,86	0,01**	23,19*
Trans. seco/chuvoso	2,26	1,76	2,26	1,56	1,96			
Biomassa de colmo verde (gramas vaso⁻¹)								
Seco	0,01	0,80	3,19	1,47	1,36	81,16	2,22**	3,87*
Trans. seco/chuvoso	2,10	2,96	2,33	1,66	2,26			
Biomassa de forragem morta (gramas vaso⁻¹)								
Seco	0,14	0,09	0,56	0,23	0,25	117,42	0,05**	6,26**
Trans. seco/chuvoso	0,37	0,01	0,01	0,53	0,23			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		0,24 ± 0,13						
Eficiência do uso da água – BFV (g MS⁻¹ mm⁻¹)								
Seco	0,000	0,010	0,023	0,013	0,011	48,80	15,42**	45,55*
Trans. seco/chuvoso	0,053	0,026	0,016	0,010	0,026			

Médias seguidas de letras distintas diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação à biomassa de colmo verde (BCV), foi verificado no período seco, comportamento quadrático com ponto de máximo de 2,33 g vaso⁻¹ estimado na lâmina de 91% da E_t (Figura 12b). A maior produção de colmo está relacionada à maior presença de perfilhos reprodutivos sob o tratamento de 90% da E_t . Foi verificado um número 20% maior de perfilhos reprodutivos, em relação às gramíneas sob o tratamento de 120% da E_t e 60% maior daquelas sobre o regime de 60% da E_t . Por essa razão, pode se inferir que acima de 90% da E_t há um declínio na produção de biomassa do capim-búffel, o qual está associado a menor resiliência desta forrageira a solos com maior teor de umidade. Já no período de transição seco/chuvoso foi verificado comportamento quadrático com ponto de máximo, onde a maior BCV de 2,76 g vaso⁻¹ foi estimada na lâmina de 67%. O excesso de água no solo durante a fase de transição seco/chuvoso, diminuiu o vigor das plantas sob os regimes de 90 e 120% da E_t , o qual pode ser associado a menor relação lâmina foliar/colmo (25 e 0%), menor número de folhas vivas por perfilho (30 e 21%), menor altura do dossel (9,8 e 36,5%), respectivamente se equipara ao mesmo tratamento (90 e 120% da E_t) durante o período seco.

Para a variável eficiência do uso da água para a produção de biomassa de

forragem verde (EUA_{BFV}), foi observado comportamento quadrático com ponto de máximo de $0,0082 \text{ g MS}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ para o período seco e quadrático com ponto de mínimo de $0,017 \text{ g MS}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ para o período de transição seco/chuvoso, estimados nas lâminas de 84 e 108% da Et_0 , respectivamente (Figura 13). A eficiência do uso da água para produção de biomassa segue a tendência já destacada da aptidão do capim-búffel a regiões com baixos regimes hídricos. O ponto de máximo da curva no período seco, estimada no regime de irrigação de 84% da Et_0 , levando a um declínio de 52,9% quando estimada sob o regime de 120% da Et_0 , reforça a assertiva de que o capim-búffel é mais indicado para regiões de baixa precipitação.

No período de transição seco/chuvoso, tal fato fica ainda mais evidente. A queda da eficiência do uso da água é bastante expressiva, adquirindo comportamento inverso ao aumento do tratamento com lâminas de irrigação, ou seja, uma diminuição na eficiência de 5,5% em relação ao regime de 120% para o regime de 90% da Et_0 , de 40% para 90 e 60% da Et_0 e uma diminuição da eficiência de 43,3% sob o tratamento de 60 para 30% da Et_0 .

Na fase de estabelecimento, o capim-búffel cv. Gayndah mostra elevada eficiência no uso da água, e tal fato fica ainda mais expressivo se comparado a outras gramíneas de porte semelhante. Naquela fase, utilizando a lâmina de irrigação de 100% da Et_0 , verificou-se uma eficiência no uso da água superior em 50,0, 33,3, 41,6 e 41,6% com relação aos capins Massai, Paiaguás, Piatã e Tamani, nessa ordem (MARANHÃO et al., 2016).

O capim-búffel, apesar de apresentar a maior eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde (EUA_{BFV}), característica bastante desejável para as condições de Semiárido, tal esforço fisiológico é voltado para a entrada da gramínea no processo reprodutivo, o que significa maior alongamento das hastes e diminuição da relação lâmina foliar/colmo. Do ponto de vista fisiológico e adaptativo é um mecanismo de escape bastante eficaz para regiões com baixas precipitações como forma de manter a perenidade da gramínea na pastagem (DIAS FILHO, 1990). No entanto, a presença de perfilhos reprodutivos nem sempre é desejável quando se procura uma melhor persistência da pastagem através de perfilhos vegetativos e, portanto, a ressemeadura natural deve ser avaliada cuidadosamente para que não haja perdas no sistema de produção (PEDREIRA et al., 2001).

Além do mais, a maior presença de colmo deprecia consideravelmente a qualidade da forragem, visto que, quando há o alongamento das hastes pela gramínea,

diminui a distância entre a inserção de uma folha e outra, estreitando a relação lâmina foliar/colmo (SBRISSIA & SILVA, 2001), acarretando em diminuição do valor nutritivo da forragem e consequentemente ocasionando perda de desempenho dos animais quando em pastejo (CÂNDIDO, 2003).

Figura 12 - Biomassa de lâmina foliar verde (BLV) (a) e biomassa de colmo verde (BCV) (b) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_t)), em dois períodos (seco e transição seco/chuvoso)

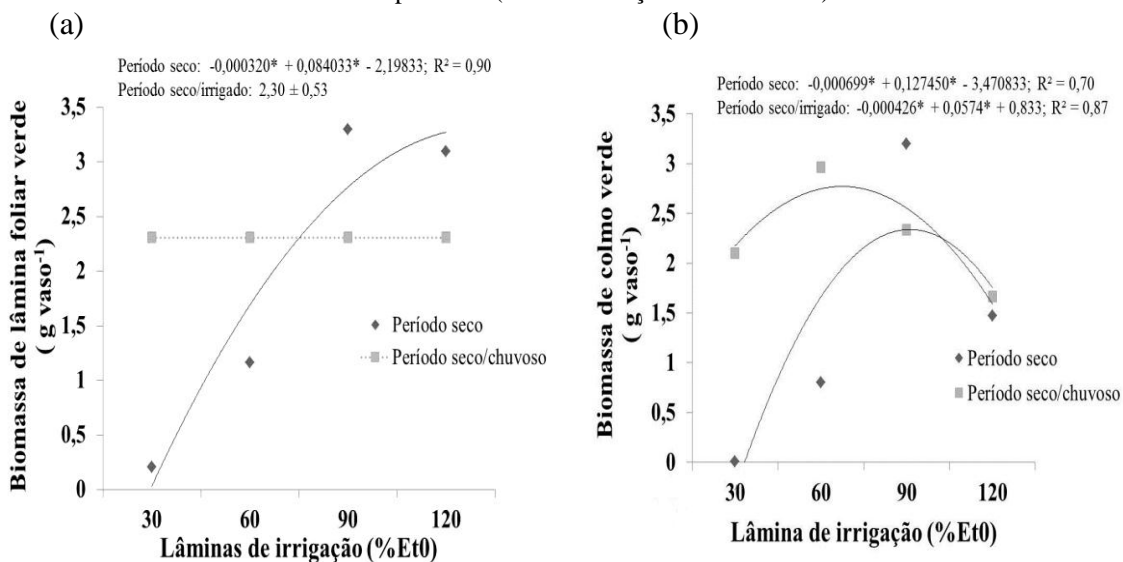
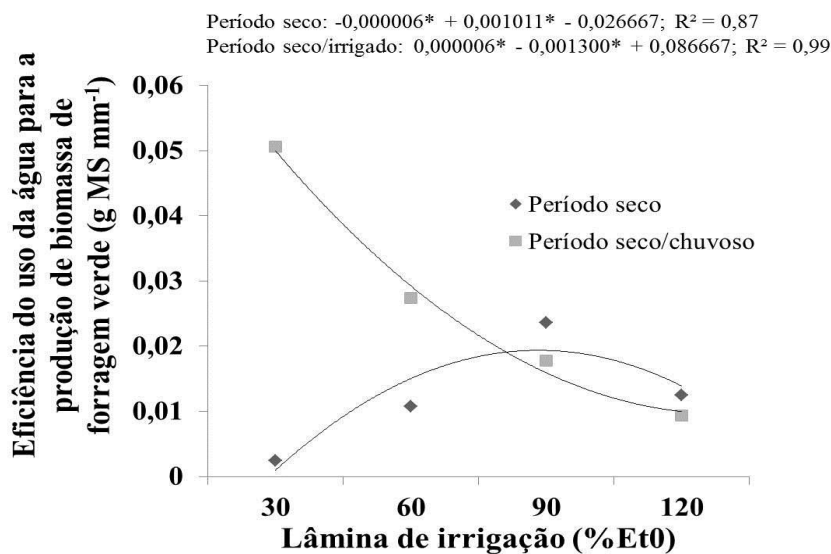


Figura 13 - Eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde (EUA_{BFV}) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_t)), em dois períodos (seco e transição seco/chuvoso)



Com relação às características estruturais do capim-búffel, constatou-se interação (período x lâmina de irrigação) nas variáveis de relação lâmina foliar/colmo (F/C) e altura do dossel (ALT) nos períodos de crescimento seco e de transição seco/chuvoso (Tabela 7). No que se refere ao efeito isolado de lâminas de irrigação, verificou-se efeito quadrático com ponto de máximo e de mínimo para as variáveis DPP e ÂNG, respectivamente e efeito linear crescente para a variável NFV, com 26 perfilhos⁻¹ vaso⁻¹, 47° de ângulo das hastes e 3,8 folhas vivas por perfilho estimados nas lâminas de 103, 81 e 120% da Et₀, nessa ordem.

Apesar do singelo aumento no número de perfilhos, este foi evidenciado até o regime de 90% da Et₀, com incrementos de 10,5, 4,5 e 13,7 nos regimes de 30, 60 e 90% da Et₀, nessa ordem. O aumento no volume de água aplicado após o regime de 90% da Et₀ parece ter prejudicado o perfilhamento do capim-búffel.

Tabela 7. Características estruturais do capim-búffel nos períodos seco e de transição seco/chuvoso sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

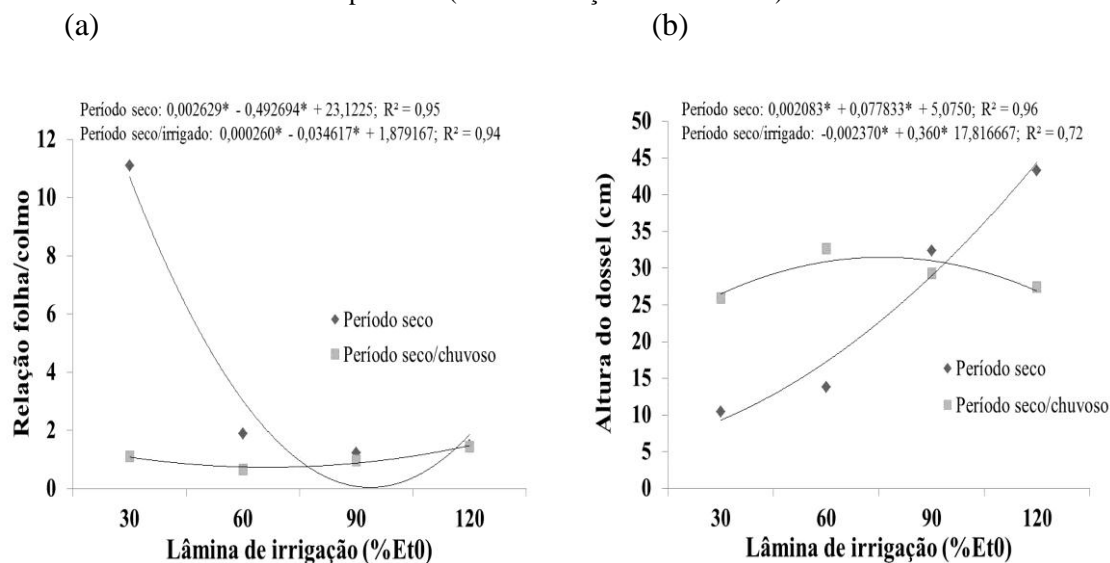
Período	Lâminas de irrigação (% Et ₀)						p-valor	
	30	60	90	120	Média	CV(%)	L	P x L
Densidade populacional de perfilhos (perf. vaso⁻¹)								
Seco	17	21	25	25	22,5	4,85	15,61**	0,45**
Trans. seco/chuvoso	19	22	29	25	24,3			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		-0,001574* + 0,3272* + 9,50; R ² = 0,92						
Relação lâmina foliar/colmo								
Seco	11,0	1,8	1,2	1,4	3,9a	44,56	40,71*	41,07*
Trans. seco/chuvoso	1,1	0,6	0,9	1,4	1,0b			
Número de folhas vivas por perfilho (n°)								
Seco	2,1	2,7	4,0	4,2	3,2	24,65	0,18**	2,59**
Trans. seco/chuvoso	2,7	3,6	2,8	3,3	3,1			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		0,014461* + 2,136667; R ² = 0,94						
Altura do dossel (cm)								
Seco	10,4	13,8	32,4	43,2	24,9	45,49	0,59**	22,09*
Trans. seco/chuvoso	25,9	32,6	29,2	27,4	28,8			
Ângulo das hastes (graus)								
Seco	61,5	43,7	32,1	42,6	45,0b	14,51	23,61*	1,42**
Trans. seco/chuvoso	57,5	55,6	61,8	65,8	60,1a			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		0,004736* - 0,772317* + 78,57416; R ² = 0,99						

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação à variável F/C, observou-se efeito quadrático com ponto de mínimo para os períodos seco e de transição seco/chuvoso, com médias estimadas de 0,04 e 0,72 sob os regimes de 94 e 66% da E_{t0} , respectivamente (Figura 14a). A acentuada queda na relação lâmina foliar/colmo do capim-búffel durante o período seco, constatada a partir do tratamento de 60% da E_{t0} , pode ser justificada pela taxa de alongamento das hastes para a emissão da inflorescência conforme já retratado neste estudo. O volume médio de água aplicado de 147 ± 27 mm vaso⁻¹ sob o regime de 30% da E_{t0} , limitou o crescimento do capim-búffel a ponto de ser aferida uma taxa de alongamento das hastes média de 0,02 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, corroborado pela biomassa de colmo verde (0,01 gramas vaso⁻¹). Dessa forma, a maior relação lâmina foliar/colmo do capim-búffel sob o regime de 30% da E_{t0} é resultado do não alongamento das hastes, fazendo com que, mesmo com a baixa produção de biomassa de lâminas foliares, obtivesse uma relação F/C de 89% superior aos demais tratamentos, nos dois períodos avaliados.

A altura do dossel (ALT) do capim-búffel no período seco foi incrementada com o aumento da disponibilidade hídrica promovida pelos maiores regimes de irrigação, adquirindo comportamento quadrático com a menor (9,0 cm) e maior (44 cm) altura média do dossel estimadas nas lâminas de irrigação de 30 e 120% da E_{t0} , respectivamente (Figura 14b). A altura do dossel do capim-búffel é relacionada à emissão da inflorescência, conforme já discutido em tópicos anteriores. No período seco/irrigado, apesar de ser observado um comportamento quadrático com ponto de máximo (31 cm) estimado na lâmina de irrigação de 76% da E_{t0} , a altura média do dossel dos tratamentos variou em média $28,5 \pm 2,0$ cm. Tal efeito é decorrente da precipitação ocorrida no período, suprimindo o efeito do tratamento com lâmina de irrigação.

Figura 14 - Relação lâmina foliar/colmo (F/C) (a) e altura do dossel (ALT) (b) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_t)), em dois períodos (seco e transição seco/chuvoso)



4. CONCLUSÕES

O capim-búffel cultivar Gayndah apresenta-se com boa adaptabilidade a solos arenosos, com baixa fertilidade natural e responsiva ao uso modesto de fertilizante nitrogenado, no entanto, carece de mais informações quanto ao manejo de corte e altura de resíduo.

A utilização de uma lâmina de 90% da evapotranspiração de referência (E_t) promove o máximo acúmulo de biomassa vegetal, enquanto que a lâmina mínima de 60% da E_t possibilita a mínima produção de forragem durante a estação seca.

A utilização de uma lâmina de irrigação de 30% da E_t possibilita a manutenção do capim-búffel cultivar Gayndah em estado de latência durante o período de estiagem, possibilitando rápida recuperação de sua morfofisiologia no período das águas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERSA, R. **El buffel grass: utilidad y manejo de una promisoría gramínea**. Buenos Aires, 1981. 139p.
- CÂNDIDO, M.J.D. **Morfofisiologia e crescimento do dossel e desempenho animal em Panicum maximum cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso**. Viçosa, MG. UFV. 2003. 134p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa. 2003.

- DANTAS NETO, J.; SANTOS, F.A.S.; FURTADO, D.A. et al. Influência da precipitação e idade da planta na produção e composição química do capim-búffel. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.9, p. 1867-1874, 2000.
- DIAS FILHO, M.B. **Plantas invasoras em pastagens cultivadas da Amazônia: estratégias de manejo e controle**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, 1990.
- SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306 p.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.
- FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.funceme.br>. Acesso em: 06/09/2016.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 10/09/2016.
- LOCK, D.S. *Cenchrus ciliaris* em Austrália. In: **Forrage seed production: tropical and subtropical species**. LOCK, D. S.; FERGUSON, J. E. New York, USA: Ed. CABI, 1999.
- MACHADO, E.C.; MEDINA, C.M.; GOMES, M.M.A. et al. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial da água na folha de laranjeira 'Valência'. **Scientia agricola**, Piracicaba, v.59, n.1, p.53-58, 2002.
- MARANHÃO, S.R.; POMPEU, R.C.F.F.; SOUZA, H.A. et al. **Características estruturais de cinco gramíneas forrageiras tropicais estabelecidas sob baixo nível tecnológico de utilização da terra**. In: XXV Congresso da la Asociación Latinoamericana de Producción Animal e XI Congresso Nordeste de Produção Animal, 2016, Recife. XXV Congresso da la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. 2016.
- MARSCHNER, P. **Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants**, 3rd, Ed. Academic Press, London, 2012.
- MEDEIROS, S.S.; REIS, C.F.; SANTOS JÚNIOR, J.A. et al. Manejo de irrigação do tanque Classe A. **INSA**, 2013. Cartilha, 8p.
- PEDREIRA, C.G.S.; MELLO, A.C.L.; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ. v.38, p.772-807.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. et al. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG, CFSEMG/UFV, 1999. 359p.

SBRISSIA, A.F.; SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: Simpósio sobre a produção animal na visão dos brasileiros/Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.731-754.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. International Plant Nutrition Institute, 2011.

CAPÍTULO III

MORFOFISIOLOGIA DOS CAPINS MASSAI E TAMANI CULTIVADOS EM SOLO DE TEXTURA ARENOSA, SOB DIFERENTES SUPRIMENTOS HÍDRICOS, NOS PERÍODOS SECO E DE TRANSIÇÃO SECO/CHUVOSO

RESUMO

Objetivou-se avaliar os parâmetros fisiológicos e as características produtivas e estruturais dos capins Massai e Tamani sob diferentes condições hídricas em solo de textura arenosa. A avaliação das trocas gasosas foram realizadas em duas fases: estabelecimento, sendo realizado um curso diário sob o regime de irrigação de 100% da E_{t0} ; e nos períodos seco e de transição seco/chuvoso, sob os regimes de lâminas de irrigação de 30, 60, 90 e 120% da E_{t0} . Para o ensaio de fluxo de biomassa e para as características estruturais e de biomassa foram realizadas em três períodos: estabelecimento, sob o regime de 100% da E_{t0} ; e seco e de transição seco/chuvoso sob os regimes de 30, 60, 90 e 120% da E_{t0} . O pico de atividade fotossintética foi verificado às 11:32 durante o curso diário de trocas gasosas, enquanto que não verificou-se diferença entre as trocas gasosas no período seco, tendo os maiores parâmetros crescente aos regimes de irrigação. No período de transição seco/chuvoso observou-se uma inversão de comportamento em relação ao período seco, evidenciando rápida recuperação das gramíneas sob os menores tratamentos de irrigação. No tocante ao fluxo de biomassa, o capim-tamani apresenta maior taxa de alongamento das hastes e de senescência foliar em relação a cultivar Massai em todos os períodos avaliados. Com relação às características estruturais e de biomassa, no período seco, observa-se maior produção de biomassa de lâminas foliares verde no capim-tamani, enquanto que no período de transição seco/chuvoso, os resultados para esta variável foram semelhantes, ao mesmo tempo em que se observa maior acúmulo de biomassa de colmo verde no capim-tamani, o que afetou seguramente sua estrutura. Conclui-se que a aplicação de uma lâmina mínima diária de 30% da E_{t0} possibilita a manutenção das gramíneas Massai e Tamani sem incorrer em morte de perfilhos e do vigor de rebrotação, ao passo que a lâmina de 90% da E_{t0} favorece a configuração das características morfológicas e estruturais, em especial do capim-tamani.

Palavras-chave: Lâminas de irrigação, condições edafoclimáticas, *M. maximus*.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the physiological parameters and the productive and structural characteristics of the Massai and Tamani grasses under different water conditions in sandy soil. The evaluation of the gas exchanges was carried out in two phases: establishment, being carried out a daily course under the irrigation regime of 100% of E_{t_0} ; and in the dry and dry/rainy transition periods, under the irrigation sludge regimes of 30, 60, 90 and 120% of E_{t_0} . For the biomass flow test and the biomass and structural characteristics were performed in two periods: dry and dry/rainy transition under the regimes of 30, 60, 90 and 120% of E_{t_0} . The peak of photosynthetic activity was verified at 11:32 am during the daily course of gas exchange, whereas no difference was observed between dry gas exchanges, with the highest parameters increasing to the irrigation regimes. In the dry/rainy transition period, there was an inversion of behavior in relation to the dry period, evidencing fast recovery of the grasses under the smallest irrigation treatments. In relation to the biomass flow, the Tamani grass presents a higher rate of stem elongation and leaf senescence in relation to the cv. Massai in all evaluated periods. Regarding the structural and biomass characteristics, in the dry period, there was a higher biomass production of green leaf blades in the Tamani grass, while in the dry/rainy transition period, the results for this variable were similar at the same time. In which there is a greater accumulation of green stem biomass in the Tamani grass, which affected its structure. It was concluded that the application of a minimum daily of 30% of E_{t_0} allows the maintenance of the Massai and Tamani grasses without incurring tiller death and regrowth vigor, while the 90% E_{t_0} blade favors the configuration of the morphological and structural characteristics, especially of the grasses.

Keywords: Irrigation depth, soil and climatic conditions, *M. maximus*.

1. INTRODUÇÃO

A sazonalidade na distribuição da precipitação, associada à má gestão dos recursos hídricos e a escolha de genótipos forrageiros não adaptados, são as principais causas do insucesso e da baixa produtividade das pastagens implantadas em regiões Semiáridas, especialmente no Semiárido Brasileiro.

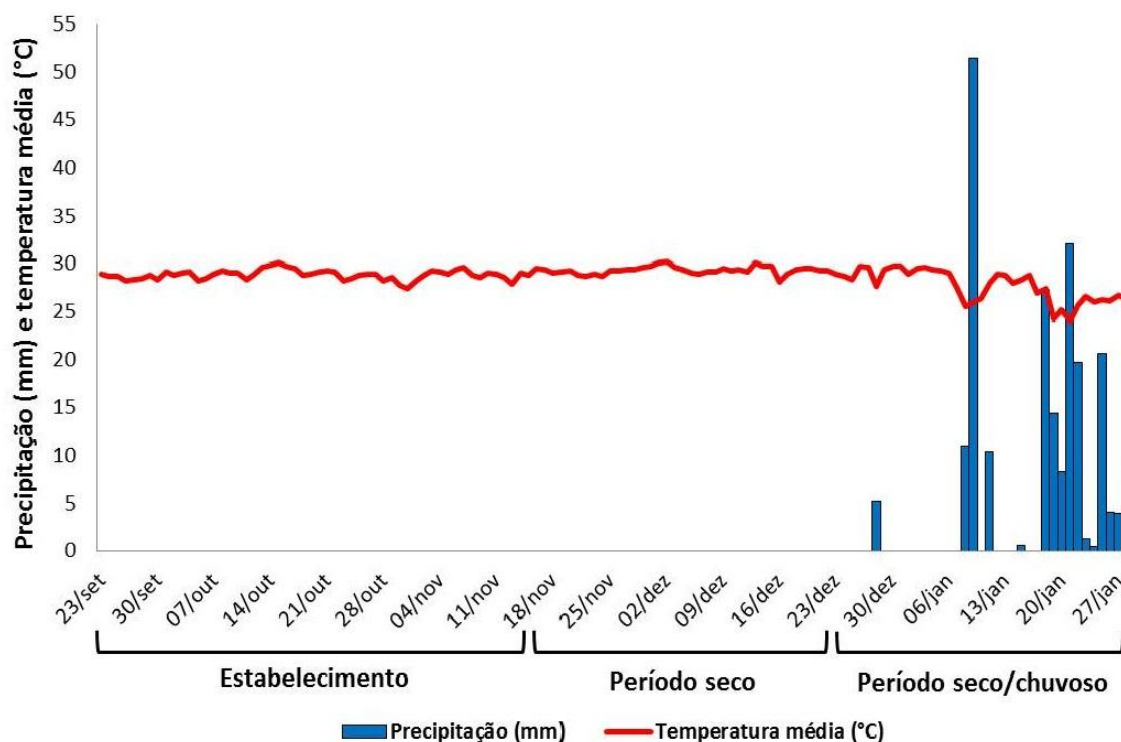
O uso irracional da água de irrigação vai além da forma como é armazenada. Na grande maioria das áreas de pastagens irrigadas, seu uso se faz de forma puramente empírica, de maneira que grande quantidade da água é perdida por evaporação e/ou lixiviação, causando, em muitos casos, percolação de nutrientes e salinização. Assim, diante da escassez hídrica e da má utilização desse recurso, se faz necessário o uso de tecnologias que minimizem tais perdas e que propiciem um manejo mais racional da água de irrigação, como é o caso do Tanque Classe 'A'. Em regiões Semiáridas a elevada evapotranspiração é um fator limitante para a produção de biomassa vegetal. Mesmo dispondo de água para irrigação, a utilização de genótipos mais adaptados é condição imprescindível para o melhor aproveitamento deste recurso, de forma que a utilização de uma lâmina de irrigação mínima para manutenção da cultura forrageira pode ser alternativa pertinente diante de uma eventual limitação de água ocasionada por fatores climáticos. O solo é outro fator preponderante para a retenção de umidade para as culturas, de modo que este deve ser considerado quando da escolha da forrageira que melhor se adeque, principalmente quanto à textura. Nas últimas décadas, têm sido lançadas, pelos centros de pesquisa, novas forrageiras adaptadas às mais diversas condições edafoclimáticas, contudo esses estudos são voltados principalmente para a região central do Brasil sendo incipientes estudos dessa natureza na região Semiárida brasileira, particularmente.

Diante do exposto, objetivou-se através de estudo, avaliar a morfofisiologia dos capins Massai e Tamani, submetidos a diferentes suprimentos hídricos e cultivados em solo de textura arenosa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

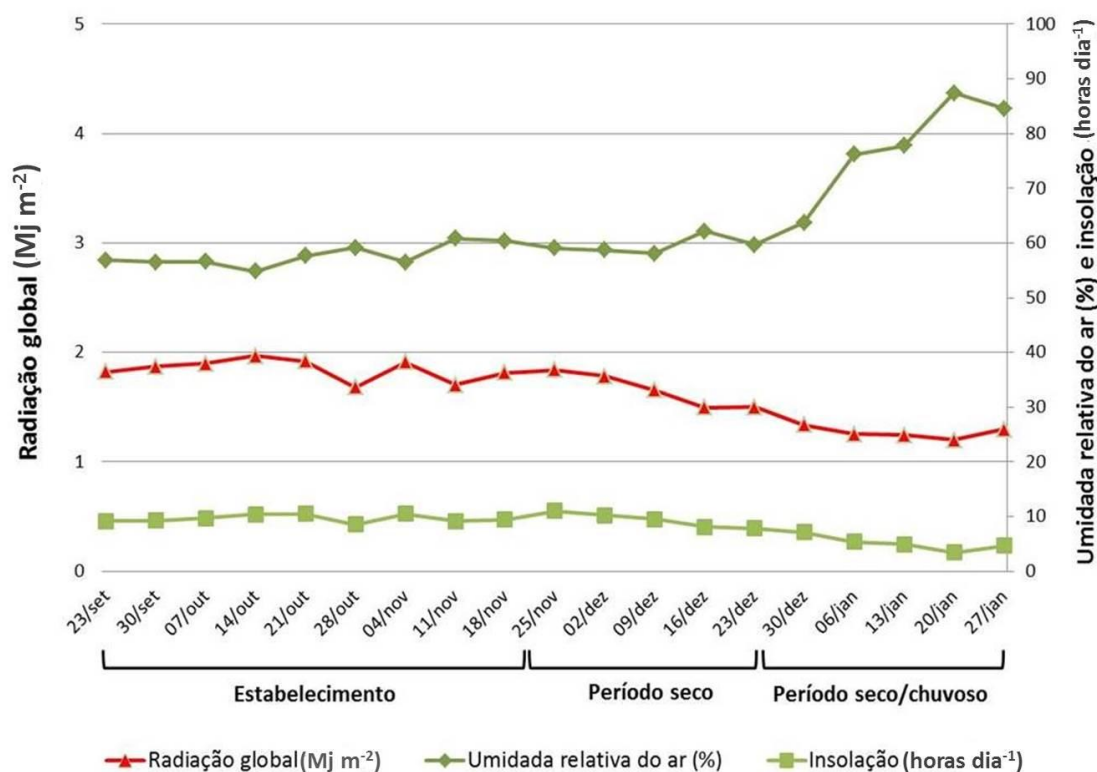
O experimento foi conduzido na Fazenda Três Lagoas, pertencente à Embrapa Caprinos e Ovinos situada em Sobral – CE, sob coordenadas geográficas de 3°45'00.77" latitude sul, longitude a oeste de Greenwich de 40°20'38.55" e altitude aproximada de 101 metros em relação ao nível do mar. O clima da cidade de Sobral, segundo classificação de Köppen - Geiger, é do tipo Aw', Semiárido quente, com chuvas compreendidas no período verão-outo; com precipitações e temperaturas médias de 912,0 mm e 28,5°C, respectivamente (FUNCEME, 2016). As atividades experimentais abrangeram o período de setembro de 2015 a janeiro de 2016. Os dados de temperatura média, precipitação, umidade relativa, radiação e insolação encontram-se nas Figuras 1 e 2 (INMET, 2016).

Figura 1 - Médias semanais de temperatura média e precipitação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos



Fonte: INMET, 2016.

Figura 2 - Médias semanais de radiação global, umidade relativa do ar e insolação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos



Fonte: INMET, 2016.

O ensaio foi conduzido em vasos a pleno sol. Utilizou-se como substrato a camada de 0-0,2 m de um solo do tipo Argissolo Vermelho Amarelo (SANTOS et al., 2006) coletado no município de Morrinhos – CE, sob coordenadas geográficas de 3°14'43.66" latitude sul e 40°03'32.91" longitude a oeste de Greenwich.

As análises química e granulométrica do solo Argissolo encontram-se na Tabela 1. Como procedimento de colheita, foi realizada a limpeza superficial da área para retirada da serrapilheira e coleta do solo. Logo em seguida, o solo passou por destorroamento e peneiramento para eliminação de partes grosseiras e materiais estranhos. Os vasos foram preenchidos com 7,5 dm³ de solo e alocados em bancadas de metal (Figura 3).

A partir dos resultados da análise de solo procederam-se as correções de acordo com o Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – RIBEIRO et al., (1999). O solo foi corrigido para fósforo (30 kg ha⁻¹ ou 15 mg dm³) e potássio (20 kg ha⁻¹ ou 10 mg dm³) utilizando como fontes desses nutrientes superfosfato simples (18% de P₂O₅) e cloreto de potássio (60% de K₂O), respectivamente. Convertendo os valores para o volume do solo de 7,5 dm³, utilizou-se 0,625g de P₂O₅ e 0,125g de K₂O por vaso em

única aplicação. A prática da calagem não foi necessária tendo em conta a saturação por bases de 48%, atendendo as exigências das gramíneas (RIBEIRO et al., 1999).

Figura 3 - Visão geral da área experimental



Tabela 1. Atributos químicos e granulométricos da camada de 0-0,2 m do solo Argissolo

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H + Al	Al	SB	CTC
H ₂ O	g dm ⁻³	---mg dm ⁻³ ---		-----mmol _c dm ⁻³ -----					
5,7	5	4	23	14	2	18	0	16,6	34,6
V	S	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
%		-----mg dm ⁻³ -----							
48	3	2	0,12	0,2	5	6,0	0,90		
Argila		Silte	Areia total		Areia grossa		Areia fina		
-----g kg ⁻¹ -----									
84		16	900		840		60		

pH – potencial hidrogeniônico; M.O. – matéria orgânica (muito baixo); P – fósforo (muito baixo); K – potássio (baixo); Ca – cálcio (médio); Mg – magnésio (baixo); H + Al – acidez potencial (baixo); Al – alumínio; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca de cátions; V – saturação por bases; S – enxofre; Na – sódio; B – boro (baixo); Cu – cobre (baixo); Fe – ferro (muito baixo); Mn – manganês (bom); Zn – zinco (baixo). (RIBEIRO et al., 1999).

Fase de estabelecimento

A semeadura das gramíneas Massai e Tamani deu-se diretamente nos vasos. A aplicação de adubo nitrogenado foi realizada dez dias após a emergência das plântulas tendo como fonte de nitrogênio a uréia (45% de nitrogênio). O adubo foi aplicado via água de irrigação. Foi utilizada uma dose equivalente a 30 kg ha⁻¹ ciclo ou 15 mg dm³ de solo, perfazendo uma aplicação de 0,25 gramas de uréia para o volume de solo de 7,5 dm³.

A lâmina de irrigação utilizada na fase de estabelecimento segue como parâmetro a evaporação diária coletada do Tanque Classe ‘A’ (MEDEIROS et al, 2013) para posterior estimativa da evapotranspiração de referência (Et₀). O Tanque Classe ‘A’ é pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET – Estação Sobral), distante do local experimental aproximadamente 489 metros.

O cálculo da lâmina de irrigação utilizada no período de estabelecimento (100% da evapotranspiração de referência – Et₀) é composto pelo produto da equação:

$$Et_0 = K_p * E_t$$

Em que,

Et₀: Evapotranspiração de referência;

K_p: Coeficiente do tanque Classe ‘A’, adimensional, e;

E_t: Evaporação do tanque, mm dia⁻¹.

Para a correção do volume de água a ser aplicado em função do volume de solo, efetuou-se a multiplicação do produto da Et₀ pela área do vaso, conforme a equação abaixo:

$$\text{Lâmina de irrigação} = Et_0 * \text{área do vaso}$$

A coleta dos dados de evaporação obtidas pelo tanque Classe ‘A’ foi realizada diariamente por volta de 08:30 horas. Após 52 dias de estabelecimento, procedeu-se o corte das gramíneas finalizando o tratamento com a lâmina de 100% da Et₀. O croqui experimental da fase de estabelecimento encontra-se na figura 4.

Crescimento dos capins Massai e Tamani nos períodos seco e de transição seco/chuvoso

Logo em seguida ao corte equivalente a 2/3 das folhas, após o período de crescimento de 32 dias, as gramíneas foram submetidas ao tratamento com quatro

lâminas de irrigação: 30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (E_{t0}). O croqui experimental encontra-se na figura 5.

Para a estimativa do fim do período de crescimento, foi adotado como critério a estabilização do número de folhas vivas por perfilho (NFV) das gramíneas sob o tratamento com a lâmina de 90% da E_{t0} durante o período seco. A escolha da lâmina de 90% da E_{t0} leva em consideração o volume hídrico que mais se aproxima daquele utilizado na fase de estabelecimento (100% da E_{t0}).

Para o manejo da irrigação foram adotados os mesmos procedimentos tomados na fase de estabelecimento. A adubação nitrogenada ($15 \text{ mg de N dm}^{-3}$ de solo) foi aplicada via água de irrigação imediatamente após o corte das gramíneas.

Figura 4 - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal na fase de estabelecimento das gramíneas Massai e Tamani sob o tratamento com a lâmina de 100% da E_{t0} . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo

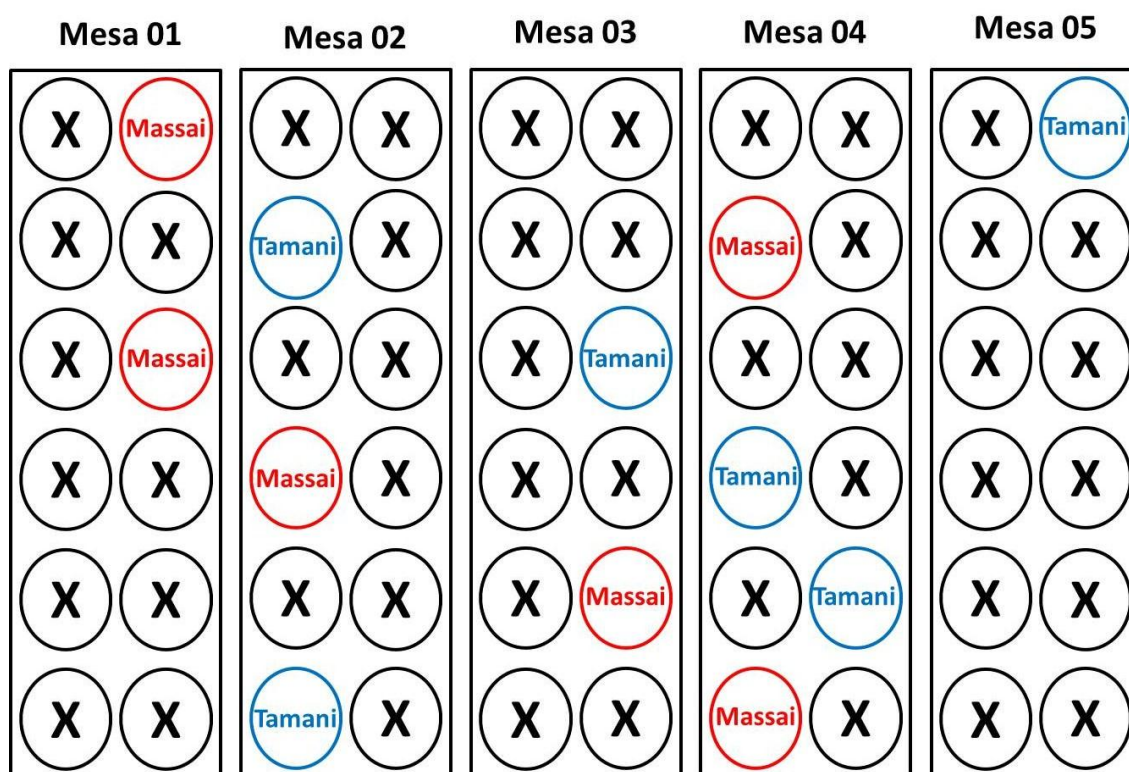
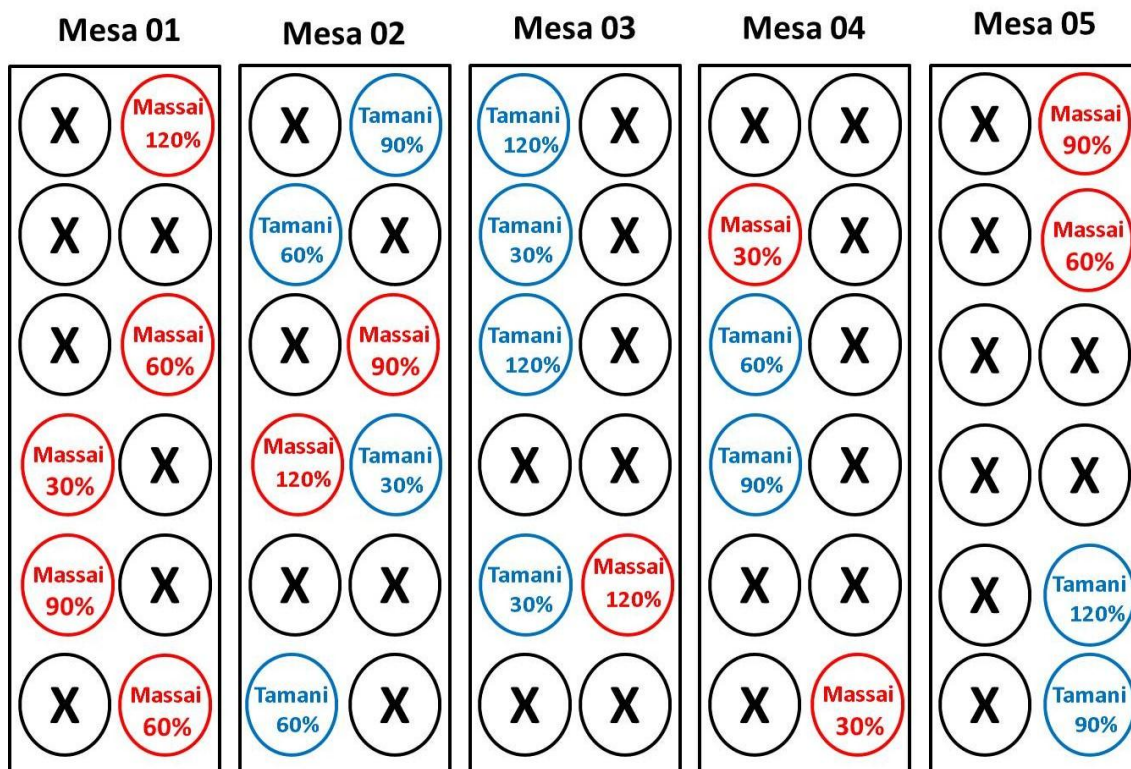


Figura 5 - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal durante os períodos seco e de transição seco/chuvoso dos capins Massai e Tamani sob os tratamentos com as lâminas de irrigação de 30, 60, 90 e 120% da E_t . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo



Ensaio I - Avaliação das trocas gasosas

As avaliações de trocas gasosas foram realizadas por intermédio do analisador de CO_2 por infravermelho, IRGA modelo LCpro-SD (ADC Bioscientific Ltd Hoddesdon, Hertfordshire, UK). Na fase de estabelecimento as análises foram realizadas ao término do período (52 dias) onde foi realizado um curso de diário de trocas gasosas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas com medidas repetidas no tempo, tendo as gramíneas (Massai e Tamani) as parcelas e o período do dia (8, 10, 12, 14 e 16 horas) as subparcelas, com cinco repetições.

Os dados climatológicos de temperatura do ar, umidade relativa, radiação e velocidade do vento aferidos a cada período de coleta (horas) encontram-se na Tabela 2. Para cada vaso (unidade experimental) foi escolhido um perfilho, tomando a porção mediana da folha recém-expandida para a leitura do aparelho. (Figura 6).

Tabela 2. Temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação e velocidade do vento, registrados a cada horário de coleta durante a aferição das trocas gasosas na fase de estabelecimento

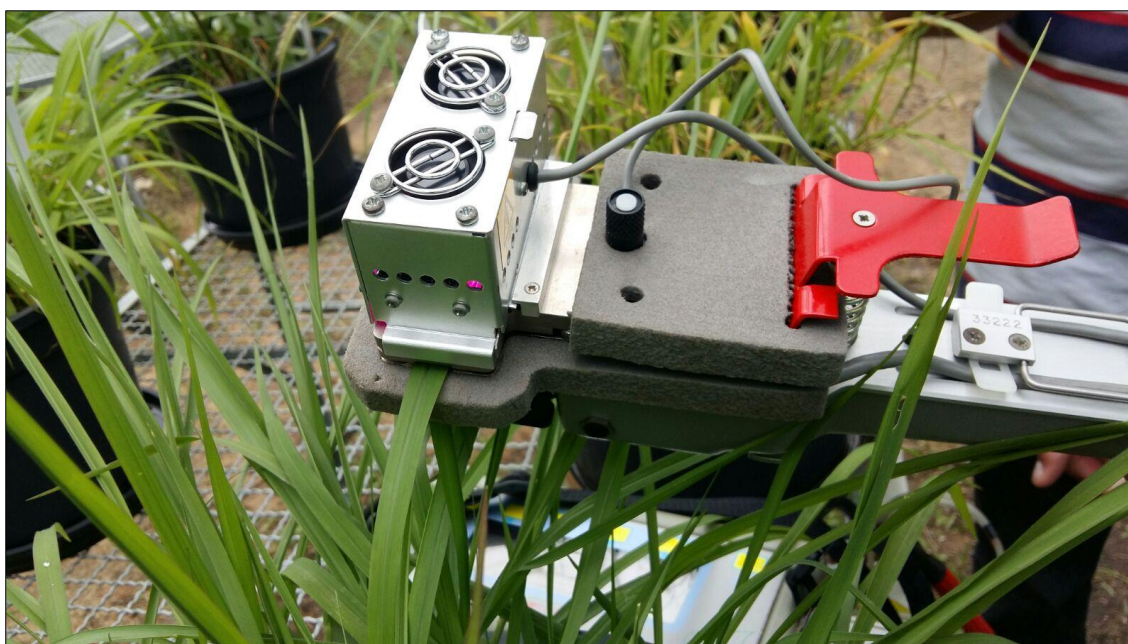
Período (horas do dia)	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Radiação (Mj m ⁻²)	Vento (m s ⁻¹)
8	23,3	86	1,679	0,4
10	27,2	69	1,869	2,0
12	31,5	47	1,599	4,8
14	33,9	37	1,371	4,2
16	36,4	29	0,621	4,0

Fonte: INMET, 2016.

Nas fases seguintes (período seco e período de transição seco/chuvoso) o delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4 (duas gramíneas x quatro lâminas de irrigação), com três repetições.

As leituras durante o tratamento com o regime de lâminas de irrigação foram realizadas no 10º dia após o corte correspondente ao início de cada ciclo de crescimento, adotando os mesmos cuidados tomados na fase de estabelecimento. A tomada da leitura aos 10º dia de rebrota, leva em conta o tempo médio para a expansão da primeira folha produzida na rebrotação das gramíneas (Massai e Tamani) sob o regime de 90% da Et0. As leituras foram realizadas sempre logo após a irrigação das plantas, por volta de 9:00 e 10:00 da manhã.

Figura 6 - Detalhe da aferição das trocas gasosas na porção mediana da folha



Foram analisadas as variáveis, temperatura da folha (TFOL, °C), concentração interna de CO₂ na folha (C_i, ppm), taxa de transpiração foliar (E, μmol m⁻² s⁻¹), condutância estomática (g_s, μmol m⁻² s⁻¹) e taxa de fotossíntese foliar (A, μmol m⁻² s⁻¹).

Os dados foram analisados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. Para o efeito de tempo, na fase de estabelecimento e de lâmina de irrigação nos períodos seco e de transição seco/chuvoso, foi realizada análise de regressão baseado em modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Para o efeito de período, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e a interação (período x lâmina de irrigação) foi desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. Como ferramenta de auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

Ensaio II – Avaliação do fluxo de biomassa

Na fase de estabelecimento, logo após estabilização da germinação, procedeu-se um desbaste para permanência de três plantas por vaso. Cada perfilho foi identificado com uma haste de cor diferente para o ensaio de morfogênese (Figura 7).

Figura 7 - Desbaste e escolha de perfilhos de capim-tamani (a) e detalhe para a identificação dos perfilhos para o ensaio de fluxo de biomassa (b)



Para cada perfilho identificado, foi mensurado o comprimento da lâmina foliar a partir da lígula exposta, quando a folha encontrava-se completamente expandida, e da lígula da folha imediatamente inferior, quando se tratava de uma folha em expansão. O comprimento total da folha é dividido em fração verde e fração morta, sendo este último obtido por diferença do comprimento total. A altura das hastes foi obtida através da

aferição do comprimento da lígula da última folha expandida em relação ao solo. O intervalo de avaliação deu-se a cada três dias.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizados em esquema fatorial 5x4 (cinco gramíneas x quatro lâminas de irrigação) com três repetições.

Através do acompanhamento do fluxo de biomassa das forrageiras, foi possível estimar a taxa de alongamento das folhas (TAIF = $\text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$), das hastes (TAIH = $\text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$), de senescência foliar (TSF = $\text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$) e filocrono, variável que mostra o tempo necessário, em dias, até a completa expansão da folha, o qual é observado com a exposição da lígula.

Os dados foram analisados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. Para o efeito de lâmina de irrigação, foi realizada análise de regressão baseado em modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Para o efeito de período, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e a interação (período x lâmina de irrigação) desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. Como ferramenta de auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

Ensaio III- Avaliação das características estruturais e de biomassa

Ao término de cada período de crescimento (seco e transição seco/chuvoso) foram realizadas as seguintes mensurações anteriores ao corte das gramíneas: altura do dossel (ALT), número de folhas vivas por perfilho (NFV) e densidade populacional de perfilhos (DPP).

A altura do dossel foi aferida com o auxílio de uma régua, sendo tomadas cinco alturas aleatoriamente em cada repetição (vaso) partindo do solo até o encontro da régua com a curvatura das folhas no dossel. O número de folhas vivas por perfilho foi obtido mediante contagem das folhas de cinco perfilhos aleatoriamente para cada repetição (vaso). Para folhas truncadas resultantes de ciclos anteriores e folhas em emergência, ou seja, aquelas que não apresentaram a exposição da lígula foram consideradas o valor de 0,5 folhas.

A densidade populacional de perfilhos foi contabilizada em cada vaso (repetição), a cada intervalo de avaliação. Foi também avaliado o ângulo das hastes (ÂNG), que é conseguido mediante mensuração do comprimento das hastes verticalmente a partir da lígula da última folha expandida em relação ao solo e,

horizontalmente, correspondendo ao comprimento da inserção da gramínea á altura da última lígula exposta.

Logo em seguida foi realizado o corte de 2/3 das folhas das gramíneas, (Figura 8). O material colhido foi pesado e fracionado em folha, colmo e material morto para determinação das biomassas de lâmina foliar verde (BLV), de colmo verde (BCV), de forragem morta (BFM) e relação lâmina foliar/colmo (F/C). Após o fracionamento, o material foi pesado, acondicionado em sacos de papel, levado a estufa a 55°C até peso constante e pesado novamente.

Figura 815 - Corte de 2/3 das folhas do capim-massai. Detalhe para os perfilhos, antes (a) e após a remoção da biomassa vegetal (b)



A eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde (EUA_{BFV}) ao qual considera as frações folha e colmo, foi obtida através da razão entre a biomassa de forragem verde ($g\ vaso^{-1}$) e a quantidade de água (mm) correspondente a cada tratamento com lâmina de irrigação.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizados em esquema fatorial 5x4 (cinco gramíneas x quatro lâminas de irrigação) com três repetições.

Os dados foram analisados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. Para o efeito de lâmina de irrigação, foi realizada análise de regressão baseado em modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Para o efeito de período, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e a interação (período x lâmina de irrigação) foi desdobrada quando

significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. Como ferramenta de auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Trocas gasosas

3.1.1 Trocas gasosas na fase de estabelecimento

Não foi verificada interação (gramínea x tempo) no curso diário de trocas gasosas das gramíneas Massai e Tamani durante a fase de estabelecimento (Tabela 3). Para o efeito isolado de tempo, verificou-se comportamento quadrático com ponto de máximo nas variáveis T_{fol} , g_s , E e A e de mínimo para a variável C_i , com 44,6°C, 0,075, 4,28, 11,44 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e 59,9 ppm de CO_2 estimados nos horários de 12:02, 10:34, 11:20, 11:32 e 14:27 horas, respectivamente. As gramíneas Massai e Tamani atingiram o ponto de máximo de suas trocas gasosas com os horários de maior radiação incidente, como pode ser observado na Tabela 2. Dessa maneira, ao contrário do que é verificado na literatura a respeito do horário de aferição das trocas gasosas de gramíneas de clima temperado e subtropical (9:00 às 11:00 horas), gramíneas forrageiras tropicais não se limitam a forte radiação, desde que não lhes faltem condições hídricas e climáticas mínimas. Assim, supondo que as trocas gasosas neste estudo fossem realizadas, em média, as 10:00 horas, haveria uma subestimação da taxa fotossintética em 1,57% em relação a máxima observada (11,44 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ às 11:32).

À primeira vista, parece insignificante o acréscimo de aproximadamente 1,6% na taxa fotossintética, no entanto, vale destacar, que as condições de umidade podem ter desfavorecido uma maior taxa fotossintética, uma vez que as gramíneas estavam sob vasos com solo de textura arenosa (90% de areia total), o que eleva consideravelmente a evapotranspiração trazendo efeitos negativos na fotossíntese; fato que poder ser constatado pelo fechamento estomático das gramíneas, minimizando a transpiração e a condutância estomática, resultando em menor entrada de CO_2 (Tabela 3).

O armazenamento de água no solo é variável em função da quantidade de água que infiltra e de outros fatores que possam contribuir para que esta água venha a permanecer armazenada e disponível às raízes, como é o caso das propriedades físicas e hídricas do solo e por fatores ambientais do local, como o teor de matéria orgânica (CASTRO, 2001). Dessa maneira, um solo de estrutura arenosa é, em via de regra, incapaz de manter qualquer produção vegetal que não sejam aquelas resistentes a

déficits hídricos (OTTI FILHO, 2003), salvo quando irrigadas, o que pode desfavorecer consideravelmente a produção de biomassa vegetal.

A diminuição da radiação incidente em termos quantitativos também pode ter desfavorecido a taxa fotossintética, principalmente no horário de 16:00 horas, onde foi verificado um decréscimo de 54,7% (Tabela 2).

Tabela 3. Curso diário de trocas gasosas dos capins Massai e Tamani durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Tempo (hora)						CV(%)	p-valor	
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	Média		G	G x T
Temperatura da folha (TFol; °C)									
Massai	41,1	43,5	44,5	44,2	38,0	42,3	1,1	4,41**	0,47**
Tamani	39,9	43,8	43,8	42,7	38,3	41,7			
Equação (efeito de tempo)		-0,325179* + 7,560786* + 0,737714; R ² = 0,97							
Concentração interna de CO₂ (Ci; ppm)									
Massai	115,5	112,2	49,5	47,2	82,0	81,2	34,1	0,05**	1,01**
Tamani	113,2	93,4	73,6	51,9	65,3	79,4			
Equação (efeito de tempo)		1,795089* - 49,813393* + 405,292143; R ² = 0,84							
Transpiração foliar (E; μmol m⁻² s⁻¹)									
Massai	2,97	5,25	4,23	3,07	1,38	3,38	33,2	0,70**	0,94**
Tamani	2,65	4,24	3,45	3,32	1,94	3,12			
Equação (efeito de tempo)		-0,119107* + 2,666471* - 10,639371; R ² = 0,88							
Condutância estomática (gs; μmol m⁻² s⁻¹)									
Massai	0,064	0,106	0,070	0,046	0,028	0,062	47,8	0,28**	0,89**
Tamani	0,064	0,078	0,054	0,054	0,042	0,058			
Equação (efeito de tempo)		-0,001214* + 0,024143* - 0,0445543; R ² = 0,75							
Taxa de fotossíntese foliar (A; μmol m⁻² s⁻¹)									
Massai	9,85	11,91	11,69	9,06	5,17	9,54	34,5	0,04**	0,56**
Tamani	9,13	11,36	9,39	10,68	6,19	9,35			
Equação (efeito de tempo)		-0,218589* + 4,776593* - 14,646543; R ² = 0,95							

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.1.2 Trocas gasosas no período seco

As trocas gasosas das gramíneas Massai e Tamani durante o período seco foram semelhantes, não sendo verificada interação entre gramínea x lâmina de irrigação (Tabela 4). No que se refere ao efeito isolado de gramínea, o capim-massai diferiu significativamente do capim-tamani, apresentando maior concentração interna de CO₂. Para o efeito isolado de lâmina, nas variáveis TFol e Ci, foi observado comportamento quadrático com ponto de mínimo e de máximo para as variáveis E, e A e linear crescente para a variável gs, com 43,1°C, 55,8 ppm e 6,08, 18,22 e 0,140 μmol m⁻² s⁻¹ estimados nas lâminas de 104, 46, 120, 120, e 120% da Et0, nessa ordem (Tabela 4).

De maneira geral, a temperatura da folha das gramíneas diminuiu à medida que aumentava a disponibilidade hídrica às plantas. Em uma célula vegetal em crescimento, as forças geradas pelo turgor causam pressão na parede celular, resultando em um afrouxamento e conseqüentemente aumento do conteúdo de água no protoplasma da célula, mesmo naquelas que já cessaram seu crescimento, aumentando rapidamente o potencial hídrico (TAIZ e ZIEGLER, 2006). Isso explica a diminuição da temperatura foliar das gramíneas sob os maiores regimes hídricos, uma vez que o maior volume de água no conteúdo celular é favorecido pelo elevado calor específico da água, regulando o aquecimento, ao mesmo tempo em que o processo transpiratório também auxilia no resfriamento, sem causar prejuízo à planta. Assim, pode se concluir que, para as plantas que possuem seus tecidos vegetais constituídos de grande proporção de água, o calor específico da água garante elevada estabilidade de temperatura.

Com relação o efeito de lâmina de irrigação sob a variável Ci, as menores concentrações de dióxido de carbono sob os menores regimes hídricos não refletem consumo de CO₂ pelo vegetal para o processo fotossintético, na verdade, tal fato é resultado do fechamento estomático para minimizar perda de água pelo vegetal, corroborado pela baixa condutância estomática (0,016 e 0,046 μmol m⁻² s⁻¹) sob os regimes de 30 e 60% da Et0, respectivamente. Já para as variáveis E, gs e A, o acréscimo no suprimento hídrico pelo tratamento de lâmina de irrigação foi acompanhado com o incremento daqueles parâmetros fisiológicos, mostrando potencial de resposta à irrigação destas gramíneas tropicais (Tabela 4).

Tabela 4. Trocas gasosas dos capins Massai e Tamani durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Temperatura da folha (TFol; °C)								
Massai	45,7	45,5	40,6	43,8	43,9	3,54	1,08**	2,62**
Tamani	45,9	44,6	44,3	43,4	44,5			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,000537* - 0,111667* + 49,00; R ² = 0,76					
Concentração interna de CO₂ (Ci; ppm)								
Massai	107,0	46,0	103,0	84,6	85,1a	22,31	17,73*	9,00**
Tamani	27,3	14,0	93,6	96,0	57,7b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,008102* - 0,755833* + 73,4583; R ² = 0,41					
Transpiração foliar (E; μmol m⁻² s⁻¹)								
Massai	0,18	3,15	4,55	6,22	3,52	33,48	0,25**	0,69**
Tamani	0,36	2,97	5,99	5,78	3,77			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			-0,00057* + 0,15056* - 3,77291; R ² = 0,99					
Condutância estomática (gs; μmol m⁻² s⁻¹)								
Massai	0,016	0,046	0,113	0,136	0,078	40,20	0,004**	0,072**
Tamani	0,016	0,046	0,120	0,126	0,077			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,001383* - 0,025833; R ² = 0,94					
Taxa de fotossíntese foliar (A; μmol m⁻² s⁻¹)								
Massai	0,56	9,07	15,97	19,01	11,15	33,84	0,001**	0,164**
Tamani	0,68	10,04	16,51	17,16	11,10			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			-0,001970* + 0,492544* - 12,5125; R ² = 0,99					

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.1.3 Trocas gasosas no período de transição seco/chuvoso

Verificou-se interação (gramínea x lâmina de irrigação) apenas para a variável concentração interna de CO₂ (Ci) dos capins Massai e Tamani durante o período de transição seco/chuvoso (Tabela 5). Com relação ao efeito de lâminas de irrigação, as variáveis E, gs e A apresentaram comportamento quadrático com ponto de máximo com 3,59, 0,112 e 14,45 μmol m⁻² s⁻¹ estimados nas lâminas de 120% da Et₀, respectivamente. Já a temperatura foliar (TFol) apresentou comportamento quadrático com ponto de mínimo de 40,3°C estimado na lâmina de 114% da Et₀.

Durante período de transição seco/chuvoso, mas precisamente no exato dia da aferição das trocas gasosas, foi verificada uma diminuição de 0,4°C na temperatura do

ar e 62,5% na radiação solar e um aumento de 7,6% na umidade relativa do ar, se comparado à mesma aferição pontual durante o período seco. Aliado a isso, nos dez dias que precederam a leitura das trocas gasosas no período de transição causaram uma redução de 22,2 e 26,6% na radiação solar (Mj m^{-2}) e insolação (horas dia^{-1}), respectivamente e aumento de 3,2% na umidade relativa do ar, em relação ao mesmo período que precederam o curso diário de trocas gasosas na estação seca. Tais mudanças nas condições climáticas provocaram respostas diferentes nos parâmetros fisiológicos dos capins Massai e Tamani, como a redução de 7,0, 10,4, 6,2 e 7,6% na temperatura foliar sob os tratamentos de 30, 60, 90 e 120% da E_{t_0} , respectivamente.

As taxas de transpiração e de fotossíntese foliar e a condutância estomática sofreram alterações se equiparadas ao período seco. Houve reduções de 41,5, 38,5 e 41,0% na taxa de transpiração foliar e aumento de 21,7% nos regimes de 60, 90, 120 e 30% da E_{t_0} , nessa ordem. O aumento na taxa transpiratória das gramíneas sob o regime de 30% da E_{t_0} pode estar associado a maior taxa de alongamento foliar superior em 95%, aumentando consideravelmente a superfície foliar transpirante. Vale enfatizar que as trocas gasosas foram realizadas de forma pontual e que o aumento na taxa de alongamento foliar corresponde a todo o período de crescimento.

A taxa de fotossíntese foliar sofreu decréscimos de 19,8, 15,2 e 21,7% sob os regimes de 60, 90 e 120% da E_{t_0} , respectivamente enquanto que as gramíneas sob o tratamento de 30% da E_{t_0} foi verificado um incremento de 64,4%. O incremento da taxa fotossintética no regime de 30% da E_{t_0} pode ser explicado pelo rápido alongamento e surgimento de novas folhas, resultado das melhores condições climáticas observados no período, favorecendo melhor retenção de água no solo; e que tal processo pode ser oriundo da provável rápida mobilização das reservas orgânicas após o período seco, fato este que pode ser constatado pela inexpressiva produção de biomassa de lâminas foliares no período anterior (Tabela 5), ficando as plantas em um estado latente, mantendo suas reservas orgânicas à espera de melhores condições ambientais. Comportamento semelhante foi observado na condutância estomática dos capins Massai e Tamani, sendo verificados decréscimos de 28,1, 6,5, 18,4 e 17,5% sob os tratamentos de 30, 60, 90 e 120% da E_{t_0} , nessa ordem em relação ao mesmo período na época seca.

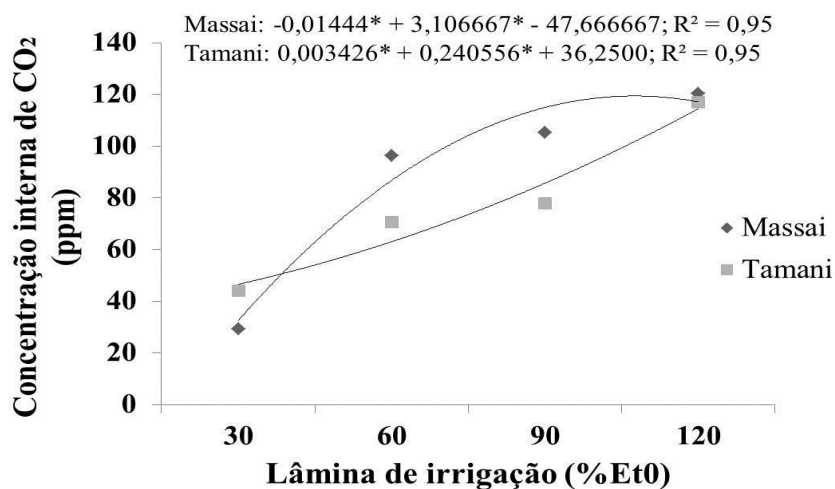
Tabela 5. Trocas gasosas dos capins Massai e Tamani durante o período de transição seco/chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					Média	CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	G			G x L	
Temperatura da folha (TFol; °C)									
Massai	41,5	40,6	39,2	40,9	40,5	4,74	0,26**	0,94**	
Tamani	43,6	40,1	40,4	39,7	40,9				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,000736* - 0,134694* + 45,912,05; R ² = 0,99					
Concentração interna de CO₂ (Ci; ppm)									
Massai	29,3	96,3	105,3	120,3	87,3	15,68	3,87**	3,56*	
Tamani	44,0	70,6	78,0	117,0	77,4				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				-0,000317* + 0,084267* - 1,9500; R ² = 0,98					
Condutância estomática (gs; μmol m⁻² s⁻¹)									
Massai	0,010	0,036	0,090	0,106	0,060	29,96	0,90**	0,10**	
Tamani	0,013	0,050	0,100	0,110	0,068				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				-0,000005* + 0,001903* - 0,04375; R ² = 0,97					
Taxa de fotossíntese foliar (A; μmol m⁻² s⁻¹)									
Massai	0,91	6,42	13,12	14,25	8,67	25,21	1,85**	0,34**	
Tamani	2,57	8,90	14,41	14,05	9,98				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				-0,001536* + 0,37489* - 8,416667; R ² = 0,98					

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

No que se refere a variável Ci, observou-se comportamento quadrático com ponto de máximo para o capim-massai e de mínimo para o capim-tamani, onde as maiores e menores concentrações de CO₂ no mesófilo foliar foram de 119 e 48 ppm estimadas na lâmina de 107 e 35% da Et₀, respectivamente (Figura 9). A menor concentração de CO₂ no mesófilo foliar do capim-tamani é resultado da maior captação deste gás pelas enzimas carboxilativas, resultando em maior taxa fotossintética (Tabela 5). No entanto, esses efeitos foram mais expressivos sob os tratamentos de 60 e 90% da Et₀, tendo o capim-tamani apresentado valores médios inferiores de 23,3 e 25,5% em relação ao capim-massai, respectivamente.

Figura 9 - Concentração interna de CO₂ (Ci) dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)), durante o período de transição seco/chuvoso



3.2 Fluxo de biomassa

3.2.1 Fluxo de biomassa na fase de estabelecimento

Na fase de estabelecimento, o fluxo de biomassa do capim-tamani foi superior em 31,8, 29,6 e 44,1% para as taxas de alongamento foliar, das hastes e de senescência foliar, respectivamente em relação ao capim-massai. No entanto, apesar do maior fluxo de biomassa do capim-tamani, o filocrono daquelas gramíneas não diferiu significativamente entre si (Tabela 6). Apesar do maior fluxo de biomassa do capim-tamani, não foi verificado maior produção de biomassa (Tabela 9). Através de diagnose visual, foi possível observar que as folhas do capim-tamani apresentavam-se com a espessura mais fina em relação ao capim-massai, o que pode explicar o peso semelhante, mesmo aquelas tendo largura superior em 27,3% em relação ao capim-massai.

Tabela 6. Fluxo de biomassa dos capins Massai e Tamani durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	TAIF	TAIH	TSF	Fil
	-----cm perfilho dia ⁻¹ -----			dias
Massai	2,48b	0,19b	1,47b	7,82
Tamani	3,64a	0,27a	2,63a	8,42
F	12,31*	25,27*	15,56*	0,69**
CV(%)	18,79	11,61	24,82	15,25

Nota: TALF= Taxa de alongamento foliar; TALH= Taxa de alongamento das hastes; TSF= Taxa de senescência foliar; Fil= Filorono. Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.2 Fluxo de biomassa no período seco

Não foi constatado efeito de interação (gramínea x lâmina de irrigação) para o fluxo de biomassa dos capins Massai e Tamani durante o período seco (Tabela 7). Para o efeito isolado de gramíneas, o capim-tamani apresentou maiores médias para as taxas de alongamento das hastes (TAIH) e de senescência foliar (TSF). Apesar de ser constatado diferença significativa para as variáveis TAIH e TSF, tais valores absolutos são insignificativos, com valores médios inferiores a 0,1 e 1,0 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. Dessa maneira, pode se concluir que nestas condições a taxa de alongamento das hastes e de senescência foliar foi mínima para as duas forrageiras. Com relação ao efeito isolado de lâmina de irrigação, verificou-se efeito linear crescente para as variáveis TAIF, TAIH e TSF e efeito quadrático com ponto de mínimo para a variável filocrono, com 1,62, 0,022 e 0,11 cm perfilho dia⁻¹ e 9,0 dias, respectivamente estimados sob o regime de 120% da Et₀.

Com relação à variável TAIF, verificou-se acréscimos de 85,6% na taxa de alongamento foliar no tratamento de 60% em relação ao de 30% da Et₀, 46,8% no tratamento de 90% em relação ao de 60% da Et₀ e 31,5% no tratamento de 90% em relação ao de 120% da Et₀, concluindo que os maiores acréscimos na taxa de alongamento foliar são constatados de forma decrescente aos regimes de irrigação. Comportamento inverso foi verificado para a variável filocrono, com uma redução do número de dias para o surgimento de uma nova folha partindo de 17,7 dias para o regime de 30% da Et₀ a 9,0 dias para o tratamento de 120% da Et₀. O filocrono verificado sob os maiores regime de irrigação corroboram com aqueles encontrados por Gomide e Gomide (2000) quando avaliaram a taxa de aparecimento foliar de quatro cultivares de *M. maximus*.

Tabela 7. Fluxo de biomassa de biomassa dos capins Massai e Tamani durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Taxa de alongamento foliar (cm perf¹ dia⁻¹)								
Massai	0,09	0,57	0,94	1,37	0,74	46,40	1,72**	0,66**
Tamani	0,13	0,56	1,20	1,94	0,96			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,017092* - 0,4270; R ² = 0,99				
Taxa de alongamento das hastes (cm perf¹ dia⁻¹)								
Massai	0,000	0,006	0,015	0,013	0,008b	64,61	8,40*	0,54**
Tamani	0,011	0,013	0,021	0,031	0,019a			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,000194* - 0,000417; R ² = 0,98				
Taxa de senescência foliar (cm perf¹ dia⁻¹)								
Massai	0,16	0,11	0,13	0,13	0,13b	73,89	9,78*	1,23**
Tamani	0,25	0,24	0,42	0,60	0,38a			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,001932* - 0,114167; R ² = 0,79				
Filocrono (dias)								
Massai	16,6	13,1	9,8	8,2	11,8	25,36	1,32**	0,38**
Tamani	18,9	12,4	12,0	9,7	13,2			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,000945* - 0,237637* + 23,990833; R ² = 0,99				

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.3 Fluxo de biomassa no período de transição seco/chuvoso

Em paridade ao ocorrido no período de crescimento anterior (período seco), não foi verificado efeito de interação (gramínea x lâmina de irrigação) durante o período de transição seco/chuvoso (Tabela 8). No que se refere ao efeito isolado de gramínea, o capim-tamani obteve as maiores médias para as variáveis TAI_F, TAI_H e TSF. Não foi verificada diferença significativa para a variável Filocrono.

Para o efeito isolado de lâmina de irrigação, observou-se efeito linear decrescente para a variável TAI_F e quadrática com ponto de máxima e de mínima para a TAI_H e TSF, respectivamente com as maiores médias de 1,13, 0,13 e 0,14 cm perfilho dia⁻¹ estimadas nas lâminas de 120, 69 e 68% da Et₀, respectivamente. No período em questão, a elevada precipitação ocorrida no período (100,6 milímetros), o que equivale a uma suplementação de 5,33 litros de água vaso⁻¹, resultou em comportamento inverso para a taxa de alongamento foliar das gramíneas Massai e Tamani, se equiparadas ao

período seco. Em virtude disso, a TAlF das gramíneas sob os regimes de 30, 60 e 90% da Et_0 tiveram um acréscimo de 95, 59,6 e 14% enquanto que as gramíneas sob o regime de 120% da Et_0 tiveram decréscimos de 30,2%.

O aumento na TAlF pode ser explicado pela recuperação do status morfofisiológico das gramíneas que vinham sob os menores regimes hídricos, principalmente pela provável mobilização das reservas orgânicas, propiciada pelo melhor suprimento hídrico e pelas melhores condições de temperatura (redução média de $1,8^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (acréscimo de 17,8%) em relação ao período seco. Por outro lado, as gramíneas sob os regimes de 120% da Et_0 sofreram redução na TAlF, provocada, em suma, pelo excesso de água advindo das precipitações, causando encharcamento prolongado das raízes e inibição das trocas gasosas. Plantas susceptíveis ao estresse hídrico por encharcamento do solo exibem uma série de mudanças em sua fisiologia, como a redução na condutância radicular, fechamento estomático e diminuição na taxa fotossintética (BARUCH, 1994), além de clorose e redução no crescimento vegetativo.

O comportamento quadrático com ponto de máximo observado na TAlH com relação ao efeito isolado de lâmina de irrigação, foi impulsionado especialmente pelo capim-tamani, apesar de não ter sido constatado diferença significativa. O processo de alongamento das hastes deu-se principalmente nas gramíneas sob os regimes de 60 e 90% da Et_0 para a emissão da inflorescência, contudo não houve tempo suficiente para a completa expansão da panícula, devido tal processo ter iniciado tardiamente e chegado o momento de corte.

Tabela 8. Fluxo de biomassa dos capins Massai e Tamani durante o período de transição seco/chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					Média	CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	G			G x L	
Taxa de alongamento foliar (cm perf¹ dia⁻¹)									
Massai	1,27	0,91	1,09	1,00	1,06b	26,20	17,70*	0,98**	
Tamani	2,09	1,80	1,58	1,27	1,69a				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				-0,005494* + 1,791667; R ² = 0,89					
Taxa de alongamento das hastes (cm perf¹ dia⁻¹)									
Massai	0,03	0,03	0,03	0,01	0,02b	144,48	5,24*	1,00**	
Tamani	0,08	0,24	0,19	0,02	0,13a				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				-0,000049* + 0,006742* - 0,095417; R ² = 0,99					
Taxa de senescência foliar (cm perf¹ dia⁻¹)									
Massai	0,11	0,07	0,23	0,15	0,14b	42,31	11,25*	3,20**	
Tamani	0,33	0,14	0,19	0,37	0,26a				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,000045* - 0,006050* + 0,351667; R ² = 0,70					
Filocrono (dias)									
Massai	13,1	10,0	12,5	10,3	11,5	19,51	0,13**	0,53**	
Tamani	11,4	10,2	11,3	11,5	11,1				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				11,2 ± 0,96					

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.3 Características de biomassa e estruturais

3.3.1 Características estruturais e de biomassa na fase de estabelecimento

Não foi verificada diferença significativa entre as características estruturais e de biomassa e na eficiência do uso da água dos capins Massai e Tamani durante a fase de estabelecimento (Tabela 9).

Tabela 9. Características estruturais, de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Massai e Tamani durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	BLV	BFM	EUA _{BFV}	DPP	NFV	ANG	ALT
	--- gramas vaso ⁻¹ ---		g MS ⁻¹ mm ⁻¹	perf. vaso ⁻¹	n ^o	graus	cm
Massai	3,10	0,16	0,006	47	3,7	40,7	7,7
Tamani	3,63	0,35	0,007	50	3,9	41,5	9,3
F	1,55**	3,27**	1,36**	0,21**	2,83**	0,02**	5,36**
CV (%)	22,01	67,97	22,25	21,49	6,59	20,96	13,81

Nota: BLV= Biomassa de lâmina foliar; BFM= Biomassa de forragem morta; EUA_{BFV}= Eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde; DPP= Densidade populacional de perfilhos; NFV= Número de folhas vivas; ANG= Ângulo das hastas; ALT= Altura do dossel. Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.3.2 Características de biomassa e estruturais no período seco

Verificou-se interação (gramínea x lâmina de irrigação) apenas para a variável biomassa de lâmina foliar verde (BLV) dos capins Massai e Tamani durante o período seco (Tabela 10). No tocante ao efeito isolado de lâminas de irrigação, observou-se efeito linear crescente para a variável biomassa de forragem morta (BFM) e eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde (EUA_{BFV}) com médias de 0,17 gramas vaso⁻¹ e 0,016 g MS⁻¹ mm⁻¹, respectivamente estimadas na lâmina de 120% da Et₀.

Tabela 10. Características de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Massai e Tamani durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

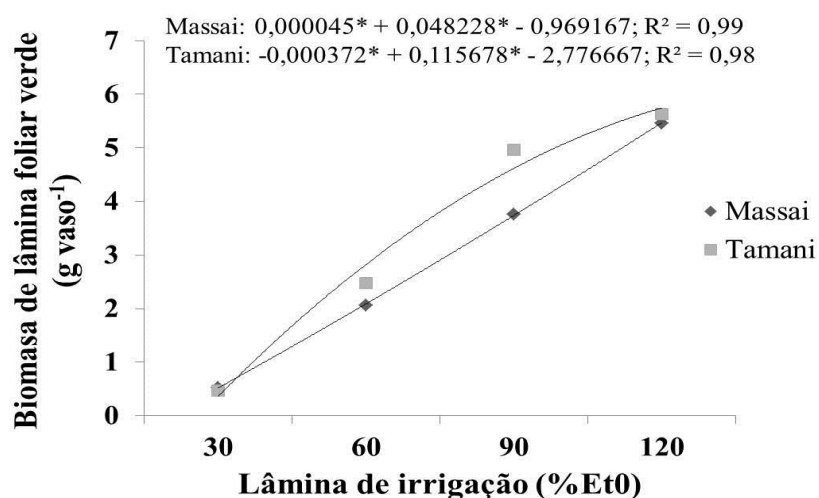
Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x T
Biomassa de lâmina foliar verde (gramas vaso⁻¹)								
Massai	0,52	2,06	3,76	5,46	2,95b	10,05	11,05*	4,41*
Tamani	0,47	2,48	4,96	5,63	3,38a			
Biomassa de forragem morta (gramas vaso⁻¹)								
Massai	0,14	0,01	0,01	0,01	0,04	211,33	1,98**	1,55**
Tamani	0,01	0,01	0,34	0,33	0,17			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,001533* - 0,006667; R ² = 0,54					
Eficiência do uso da água – BFV (g MS⁻¹ mm⁻¹)								
Massai	0,006	0,010	0,010	0,013	0,010	39,87	4,48**	1,13**
Tamani	0,006	0,013	0,020	0,016	0,014			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,000094* + 0,005; R ² = 0,86					

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Para a variável BLV, os maiores incrementos de biomassa de lâmina foliar foram alcançados com os tratamentos melhor supridos hidricamente (Figura 10). Para os capins Massai e Tamani verificou-se comportamento quadrático com médias crescentes de 0,51 e 0,35; 2,08 e 2,82; 3,73 e 4,62; e 5,46 e 5,74 gramas vaso⁻¹ estimadas nas lâminas de 30, 60, 90 e 120% da Et₀, respectivamente. O capim-tamani, de maneira geral, apresentou maior produção de biomassa de lâmina foliar, especialmente nos tratamentos de 60 e 90% da Et₀, com um aumento, em pontos percentuais, de 26,2 e 19,2% em relação ao capim-massai, muito em função de apresentar maior largura foliar.

Contudo, vale destacar que o leve declínio na produção de BLV do capim-tamani sob o regime de 120% da Et₀, pode ser resultado baixa tolerância desta forrageira a um maior nível de água no solo, mesmo por breves períodos, apresentando aspecto clorótico em algumas lâminas foliares; ou ainda ser resultado da baixa disponibilidade de nutrientes no solo.

Figura 10 - Biomassa de lâmina foliar verde (BLV) dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)), durante o período seco



Com relação às características estruturais dos capins Massai e Tamani, verificou-se interação (gramínea x lâmina de irrigação) apenas para a variável densidade populacional de perfilhos (DPP) durante o período seco de crescimento (Tabela 11). No tocante ao efeito isolado lâmina de irrigação, foi observado comportamento linear crescente e decrescente para as variáveis NFV e ÂNG, respectivamente e quadrático com ponto de máximo para a variável ALT, com médias de 4,1 folhas vivas por perfilho, 36,3° de ângulo das hastes e 9,2 cm de altura do dossel estimadas nas lâminas

de 120, 120 e 94% da E_{t0} , respectivamente. O número de folhas vivas de um perfilho, apesar de ser uma característica estrutural condicionada geneticamente (NABINGER e PONTES, 2001), sua expressão é dependente das condições ambientais como disponibilidade de água e nutrientes. Assim, o incremento na taxa de alongamento foliar decorrente da melhor disponibilidade de água no solo, propiciou, de forma linear, um aumento no número de folhas. No entanto, a altura do dossel do capim-tamani não foi correlacionada, de forma linear, com o aumento do número de folhas. Conforme já relatado acima, os fatores edáficos e os maiores regimes hídricos parece ter desfavorecido o capim-tamani, ocasionando mudanças na arquitetura do dossel como um aumento no ângulo de inserção da folha e conseqüente diminuição da altura, apresentando folhas mais prostradas.

Tabela 11. Características estruturais dos capins Massai e Tamani durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (% E_{t0})

Gramínea	Lâminas de irrigação (% E_{t0})					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Densidade populacional de perfilhos (perf. vaso⁻¹)								
Massai	58	46	37	53	48,9a	20,68	7,82*	3,63*
Tamani	30	35	43	45	38,5b			
Número de folhas vivas por perfilho (n°)								
Massai	2,1	2,7	4,0	4,2	3,2	24,28	1,05**	0,86**
Tamani	2,0	3,0	3,0	3,8	2,9			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			$0,021567* + 1,514167; R^2 = 0,98$					
Altura do dossel (cm)								
Massai	6,0	7,7	10,0	9,8	8,4	19,10	0,05**	2,17**
Tamani	7,4	9,3	8,4	7,8	8,2			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			$-0,000602* + 0,113056* + 3,9083; R^2 = 0,99$					
Ângulo das hastes (graus)								
Massai	61,5	43,7	32,2	42,6	45,0	28,91	0,18**	0,56**
Tamani	49,5	42,6	39,2	39,6	42,7			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			$-0,168756* + 56,57250; R^2 = 0,60$					

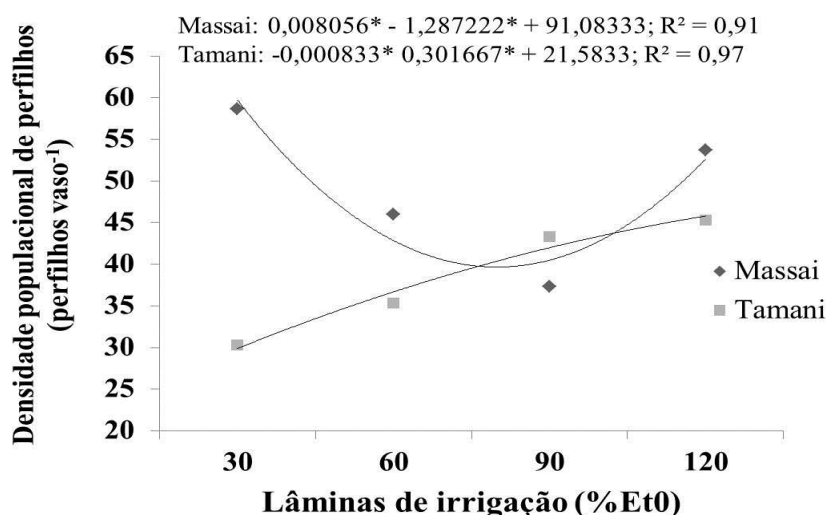
Médias seguidas de letras distintas diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto a variável DPP, apesar das gramíneas terem apresentado comportamentos distintos (quadrático com ponto de mínimo de 39 perfilhos⁻¹ vaso⁻¹ para o capim-massai e quadrático com ponto de máximo de 46 perfilhos⁻¹ vaso⁻¹ para o capim-tamani estimados nas lâminas de 80 e 120% da E_{t_0} , nessa ordem), o número de perfilhos para ambas as gramíneas em todos os tratamentos com lâminas de irrigação estabilizaram já na fase de estabelecimento, não sendo registrados significativa morte e surgimento de novos perfilhos para as duas fases de crescimento posteriores (Figura 11). A estabilização do número de perfilhos do capins Massai e Tamani pode ser devido ao fenômeno de rosetamento das plantas, o que ocasionou sombreamento mútuo das folhas e da gemas basilares, limitando a luz em termos qualiquantitativos que chega a base do colmo, inibindo o surgimento de novos perfilhos.

Langer (1972) considerou que a intensidade luminosa pode ser considerada o fator ambiental mais limitante na dinâmica de perfilhamento em gramíneas. Assim, sob forte radiação, há o estímulo no processo de perfilhamento, ao passo que, em situação contrária, o crescimento das gemas axilares e basais é suprimido (PEDREIRA, 2001).

O desbaste para a permanência de três plântulas por vaso, associado a elevada radiação incidente e ao potencial de perfilhamento destas cultivares de *M. maximus*, pode ter favorecido o rosetamento dos perfilhos. Foi observado que, em cada uma das três plântulas, houve o surgimento de novos perfilhos da base do colmo do perfilho principal. Dessa maneira, o grande número de perfilhos ($16,3 \pm 3,03$ e $12,8 \pm 2,33$ perfilhos para os capins Massai e Tamani, nessa ordem) surgindo de um ponto comum, promoveu a repulsão das hastes do centro para a extremidade, impelindo em um menor ângulo ($5,06^\circ \pm 0,05$ para cada tratamento do regime da E_{t_0}), ocasionando a forma de “roseta” da touceira.

Figura 11 - Densidade populacional de perfilhos (DPP) dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_{t0})), durante o período seco



3.3.3 Características de biomassa e estruturais no período de transição seco/chuvoso

Quanto às características de biomassa no período de transição seco/chuvoso, verificou-se interação (gramínea x lâmina de irrigação) apenas na variável biomassa de colmo verde (BCV) das gramíneas Massai e Tamani (Tabela 12). Para o efeito isolado de gramínea, o capim-tamani diferiu significativamente do capim-massai com relação à biomassa de forragem morta (BFM). Com referência ao efeito isolado de lâmina de irrigação, foi constatado efeito quadrático com ponto de mínimo para as variáveis BFM e EUA_{BFV} com médias de $0,01 \text{ g vaso}^{-1}$ e $0,016 \text{ g MS}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, estimadas nas lâminas de 85 e 115% da E_{t0} , respectivamente.

A eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde (EUA_{BFV}) foi influenciada negativamente com o aumento das lâminas de irrigação. Ao contrário do observado no período seco, onde a maior EUA_{BFV} foi contemplada com a maior disponibilidade de água, no período de transição seco/chuvoso, a precipitação incidente de 100,6 milímetros favoreceu um comportamento inverso para esta variável. Assim, se equiparado ao período seco, a EUA_{BFV} teve um incremento estimado de 90,5, 72,5, 40,9 e 5,8% sob os regimes de 30, 60, 90 e 120% da E_{t0} , respectivamente. A maior eficiência no uso da água apresentada nos regimes de 30 e 60% da E_{t0} é função da provável mobilização das reservas orgânicas das gramíneas que pouco produziram biomassa no período anterior, resultando em maior taxa de alongamento foliar e decorrentes dos ganhos em biomassa.

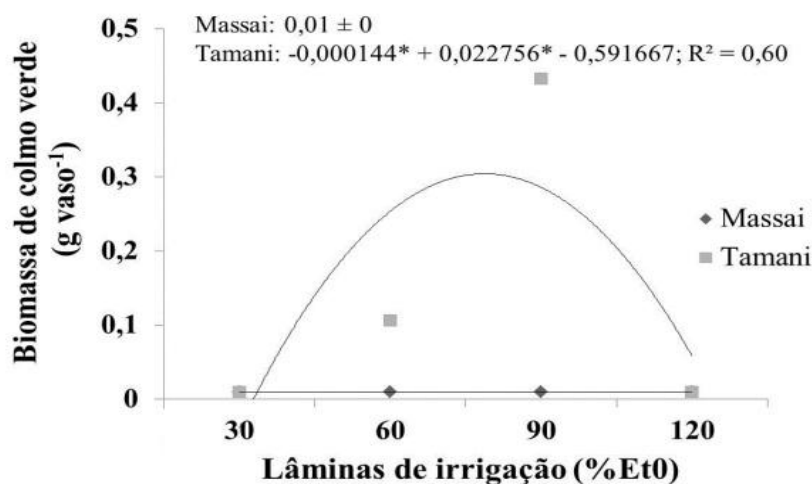
Com relação à variável (BCV), verificou-se comportamento quadrático com ponto de máximo de 0,30 gramas vaso⁻¹ estimado na lâmina de 79% da Et₀ (Figura 12). Não foi verificado efeito de lâmina de irrigação na biomassa de colmo do capim-massai. Conforme já retratado anteriormente, a biomassa de colmo verde do capim-tamani é efeito do alongamento das hastes (Tabela 8) para emissão da inflorescência.

Tabela 12. Características de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Massai e Tamani durante o período de transição seco/chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Biomassa de lâmina foliar verde (gramas vaso⁻¹)								
Massai	7,30	5,56	7,40	7,30	6,89	15,16	0,11**	0,74**
Tamani	5,96	6,60	7,66	6,76	6,75			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				6,77 ± 0,63				
Biomassa de colmo verde (gramas vaso⁻¹)								
Massai	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01b	162,35	6,84*	4,07*
Tamani	0,01	0,10	0,43	0,01	0,14a			
Biomassa de forragem morta (gramas vaso⁻¹)								
Massai	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01b	143,57	9,44*	4,10**
Tamani	0,53	0,01	0,04	0,17	0,19a			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,000090* - 0,015303* + 0,63875; R ² = 0,94				
Eficiência do uso da água – BFV (g MS⁻¹ mm⁻¹)								
Massai	0,083	0,033	0,030	0,020	0,041	13,09	0,58**	3,69**
Tamani	0,070	0,040	0,030	0,020	0,040			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,000008* - 0,001839* + 0,12250; R ² = 0,96				

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 12 - Biomassa de colmo verde (BCV) dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_t0)), durante o período de transição seco/chuvoso



Verificou-se efeito de interação (gramínea x lâmina de irrigação) nas características estruturais dos capins Massai e Tamani apenas na variável relação lâmina foliar/colmo (F/C) (Tabela 13). Com relação ao efeito isolado gramínea, o capim-massai diferiu significativamente do capim-tamani para a variável DPP. Quanto ao efeito de lâmina de irrigação, foi observado comportamento quadrático com pontos de máximo e de mínimo para as variáveis DPP e $\hat{A}NG$, respectivamente com médias de 40 perfilhos vaso⁻¹ e 65,2° de ângulo das hastes estimados nas lâminas de 70 e 75% da E_t0 , nessa ordem.

Em comparação ao período seco, foram verificados insignificantes incrementos e mortes de perfilhos dos capins Massai e Tamani com o aumento do suplemento hídrico ocasionado pelas precipitações. Tal fato se deve, possivelmente, ao grande número de hastes superpostas, ao sombreamento mútuo das folhas e/ou da baixa disponibilidade de nutrientes do solo causando a estabilização do número de plantas. O ângulo das hastes, por seu turno, foi influenciado pela entrada no período reprodutivo do capim-tamani, apresentando um aumento do ângulo médio estimados nos regimes de 60 e 90% da E_t0 de 17,7 e 22,8° em relação ao mesmo tratamento no período seco.

Com referência a variável relação lâmina foliar/colmo (F/C), o capim-tamani apresentou comportamento quadrático com ponto de mínimo de 304 estimado no regime hídrico de 79% da E_t0 , não sendo verificado efeito de lâmina de irrigação para o capim-massai (Figura 13). Para a variável altura do dossel (ALT), foi verificado

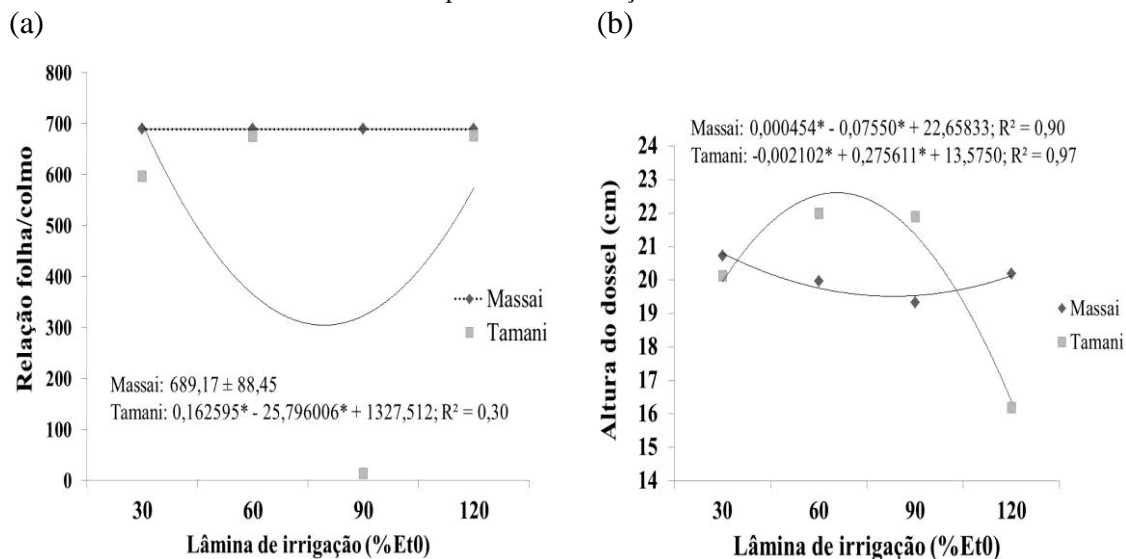
comportamento quadrático com ponto de máximo e de mínimo para os capins Tamani e Massai, com médias de 22,6 e 19,5 cm estimados nas lâminas de 65 e 83% da E_{t0} , respectivamente. A altura do dossel e a relação lâmina foliar/colmo do capim-tamani, neste caso, apresentam comportamento inversamente proporcional, sendo este fato atribuído à emissão da inflorescência.

Tabela 8. Características estruturais dos capins Massai e Tamani durante o período de transição seco/chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (% E_{t0})

Gramínea	Lâminas de irrigação (% E_{t0})					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Densidade populacional de perfilhos (perf. vaso⁻¹)								
Massai	57	46	37	53	48,6a	21,62	5,11*	2,52**
Tamani	33	38	43	45	39,8b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,003519* - 0,492222* + 57,416667; $R^2 = 0,90$					
Relação lâmina foliar/colmo								
Massai	730	556	740	730	689a	17,97	21,12*	18,03*
Tamani	596	675	12	676	490b			
Número de folhas vivas por perfilho (n°)								
Massai	2,7	3,6	2,8	3,3	3,1	18,73	0,59**	1,79**
Tamani	2,9	3,3	3,2	2,3	2,9			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			$3,0 \pm 0,28$					
Altura do dossel (cm)								
Massai	20,7	19,9	19,3	20,2	20,0	4,75	0,00**	14,89*
Tamani	20,1	22,0	21,9	16,2	20,0			
Ângulo das hastes (graus)								
Massai	57,5	55,6	61,8	65,8	60,1	25,89	0,01**	1,67**
Tamani	52,7	75,2	63,9	45,9	59,4			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			$-0,004822* + 0,722192* + 38,218750$; $R^2 = 0,95$					

Médias seguidas de letras distintas diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 13 - Relação lâmina foliar/colmo (F/C) (a) e altura do dossel (ALT) (b) dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_{t0})), durante o período de transição seco/chuvoso



4. CONCLUSÕES

As gramíneas Massai e Tamani apresentam-se com boa adaptabilidade às condições de solo de textura arenosa e climáticas da região Semiárida do noroeste Cearense.

A lâmina de irrigação mínima de 30% da E_{t0} possibilita a manutenção das gramíneas Massai e Tamani no período seco sem comprometimento do vigor e número de plantas com a chegada do período das águas.

A lâmina de irrigação máxima de 90% da E_{t0} propiciou as melhores respostas morfológicas e estruturais das gramíneas avaliadas, especialmente do capim-tamani.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARUCH, Z. Responses to drought and flooding in tropical forage grasses. **Plant and Soil**, v.164, p.97-105, 1994.
- CASTRO, M.M.T. Morfología de superficies cultivadas. Em relación com la infiltración, La formación del excedente de agua y La erosión. La Coruña: UDC, 2001. 541p. Tesis Doctoral.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.funceme.br>. Acesso em: 06/09/2016.

GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.341-348, 2000.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 10/09/2016.

LANGER, R.H.M. **How grasses grow** (Studies in Biology, 34). London. 1972. 60p.

MEDEIROS, S.S.; REIS, C.F.; SANTOS JÚNIOR, J.A. et al. Manejo de irrigação do tanque Classe A. **INSA**, 2013. Cartilha, 8p.

NABINGER, C., PONTES, L. da S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ. 2001. p.755-771.

OTTI-FILHO, T. B.. Uma classificação físico-hídrica dos solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.211-222, 2003.

PEDREIRA, C.G.S.; MELLO, A.C.L.; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ. v.38, p.772-807.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. et al. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG, CFSEMG/UFV, 1999. 359p.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3º ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722p.

CAPÍTULO IV

MORFOFISIOLOGIA DOS CAPINS PAIAGUÁS E PIATÃ CULTIVADOS EM SOLO DE TEXTURA ARENOSA, SOB DIFERENTES SUPRIMENTOS HÍDRICOS, NOS PERÍODOS SECO E DE TRANSIÇÃO SECO/CHUVOSO

RESUMO

Objetivou-se avaliar as trocas gasosas, as características morfogênicas, produtivas e estruturais dos capins Paiaguás e Piatã em diferentes regimes de irrigação em solo de textura arenosa. A avaliação das trocas gasosas foi realizada em duas fases: estabelecimento, sendo realizado um curso diário sob o regime de irrigação de 100% da E_{t0} ; e nos períodos seco e de transição seco/chuvoso, sob os regimes de lâminas de irrigação de 30, 60, 90 e 120% da E_{t0} . Para o ensaio de fluxo de biomassa e para as características estruturais e de biomassa foram realizadas em três períodos: estabelecimento, sob o regime de 100% da E_{t0} ; e seco e de transição seco/chuvoso sob os regimes de 30, 60, 90 e 120% da E_{t0} . Verifica-se no capim-piatã maior atividade fisiológica durante o curso diário de trocas gasosas, corroborado pela maior atividade fotossintética ao longo de todos os horários avaliados; ao contrário do observado no período de transição seco/chuvoso, onde as maiores médias de A foram observados no capim-paiaguás, não sendo observado diferença no período seco. No que se refere ao fluxo de biomassa no período seco, o capim-paiaguás apresenta maiores taxas de senescência foliar, de alongamento das hastes e filocrono, ao mesmo tempo em que a maior taxa de alongamento foliar foi verificada no capim-piatã; enquanto que no período de transição seco/chuvoso, segue o mesmo comportamento para a TAI e Filocrono. Já com referência as características estruturais e de biomassa no período seco, verificou-se as maiores biomassa de forragem morta e de colmo verde e altura do dossel no capim-paiaguás. Conclui-se que o capim-piatã apresenta as melhores características morfofisiológicas e estruturais sob estresse hídrico, sobretudo pela maior produção de lâminas foliares no regime de 30% da E_{t0} no período seco.

Palavras-chave: Regimes de irrigação, solo arenoso, *U. brizantha*.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the gas exchange, the morphogenic, productive and structural characteristics of Paiaguás and Piatã grasses in different irrigation regimes in sandy soil. The evaluation of the gas exchanges was carried out in two phases: establishment, being carried out a daily course under the irrigation regime of 100% of E_{t_0} ; and in the dry and dry/rainy transition periods, under the irrigation sludge regimes of 30, 60, 90 and 120% of E_{t_0} . For the biomass flow test and the biomass and structural characteristics were performed in two periods: dry and dry/rainy transition under the regimes of 30, 60, 90 and 120% of E_{t_0} . It is verified in the piatã grass greater physiological activity during the daily course of gas exchanges, corroborated by the greater photosynthetic activity throughout all the evaluated schedules; as observed in the dry/rainy transition period, where the highest averages of A were observed in paiaguás grass, and no difference was observed in the dry period. Regarding biomass flow in the dry season, paiaguás grass presents higher rates of leaf senescence, stems elongation and phyllochron, while the highest leaf elongation rate was verified in the piatã grass; while in the dry/rainy transition period, the same behavior is observed for TAlF and Filocrono. With reference to the structural and biomass characteristics in the dry period, the greatest biomass of dead forage and green stem and canopy height were found in paiaguás grass. It is concluded that the piatã grass presents the best morphological and structural characteristics under water stress, mainly due to the greater production of leaf blades in the 30% of E_{t_0} in the dry period.

Key words: Irrigation regimes, sandy soil, *U. brizantha*.

1. INTRODUÇÃO

Conjectura-se que as mudanças climáticas observadas nos últimos anos, continuarão a se intensificar, o que geraria um efeito ainda mais agravante na estacionalidade e na distribuição das chuvas na região Semiárida brasileira, trazendo impactos ainda mais negativos na produção de forragem e comprometendo especialmente a intensificação desta pela prática da irrigação.

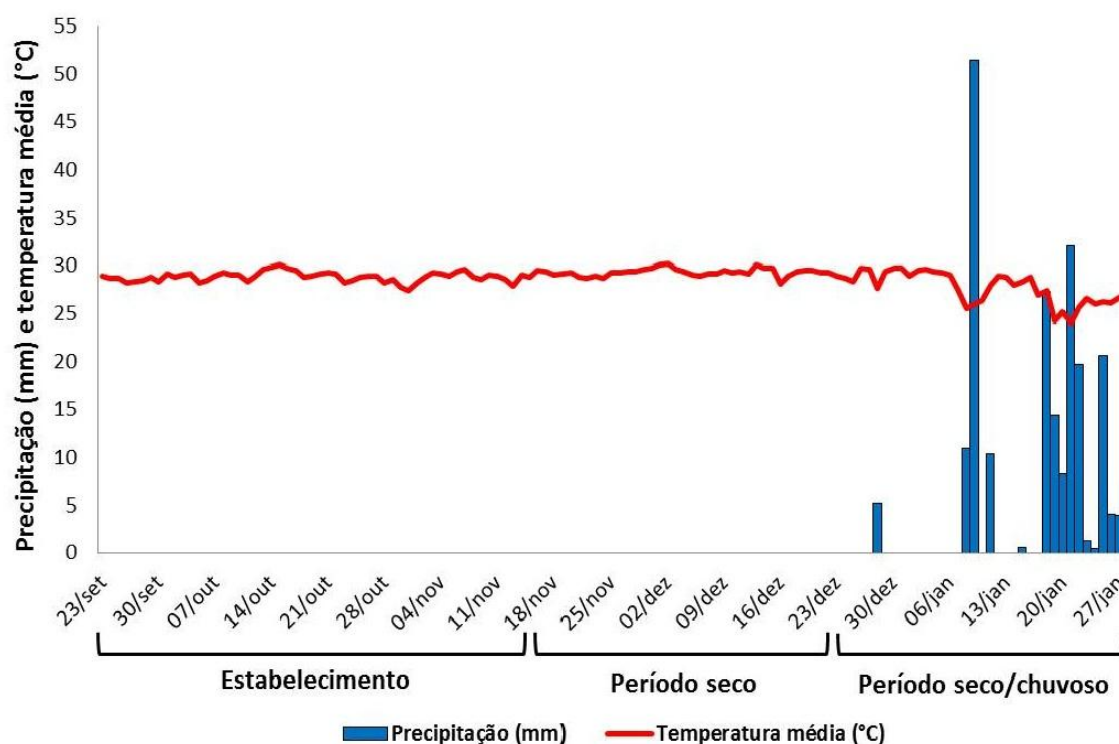
As alternativas, de um ponto de vista genérico, para solucionar a problemática da prática da irrigação frente às mudanças no clima, seriam a utilização mais eficiente da água e a utilização de genótipos, particularmente de gramíneas mais adaptadas a um baixo regime de irrigação. No entanto, são escassos os estudos desta natureza com gramíneas forrageiras na região Semiárida do Brasil. Dentre as tecnologias passíveis e simples de utilização têm-se o Tanque Classe 'A', que possibilita maior eficiência no uso da água e sustentabilidade econômica e social no manejo da irrigação (MEDEIROS, 2013). Ao adotar um regime de irrigação com alguma restrição hídrica, se faz necessário o conhecimento da resistência da planta ao regime imposto e à seca, o que envolve o entendimento das características morfofisiológicas que inibem a perda de água ou as tornam mais tolerantes à desidratação. O gênero *Urochloa*, amplamente difundido na região central do Brasil, apresenta algumas cultivares com grande adaptabilidade ao estresse hídrico, como é o caso das cultivares Paiaguás e Piatã, ambas sendo do gênero *U. brizantha*. No entanto, o desconhecimento sobre o desenvolvimento e produtividade de biomassa destes genótipos nas condições edafoclimáticas do Semiárido, pode estar impedindo a intensificação e a seguridade da produção de forragem no nordeste brasileiro.

Por esse motivo, buscou-se, por intermédio deste trabalho, avaliar a morfofisiologia de duas cultivares de *U. brizantha*: Paiaguás e Piatã, sob regimes de lâminas de irrigação e cultivadas em solo de textura arenosa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

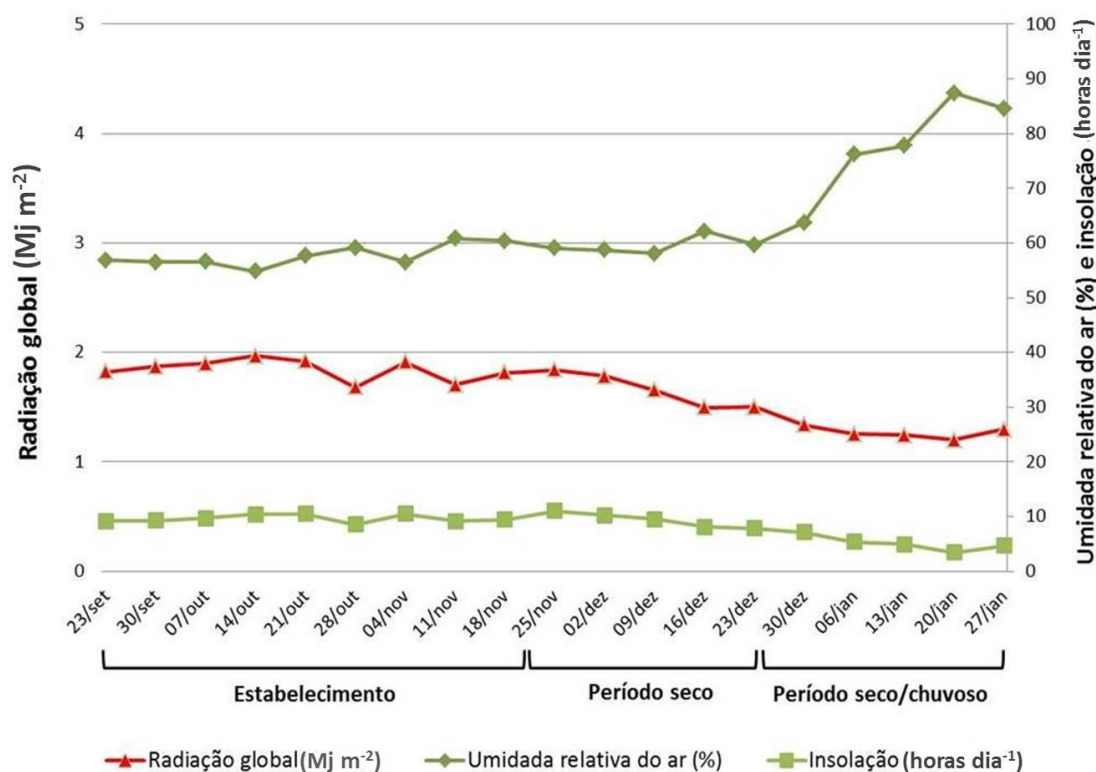
O experimento foi conduzido na Fazenda Três Lagoas, pertencente à Embrapa Caprinos e Ovinos situada em Sobral – CE, sob coordenadas geográficas de 3°45'00.77" latitude sul, longitude a oeste de Greenwich de 40°20'38.55" e altitude aproximada de 101 metros em relação ao nível do mar. O clima da cidade de Sobral, segundo classificação de Köppen - Geiger, é do tipo Aw', Semiárido quente, com chuvas compreendidas no período verão-outo; com precipitações e temperaturas médias de 912,0 mm e 28,5°C, respectivamente (FUNCEME, 2016). As atividades experimentais abrangeram o período de setembro de 2015 a janeiro de 2016. Os dados de temperatura média, precipitação, umidade relativa, radiação e insolação encontram-se nas Figuras 1 e 2 (INMET, 2016).

Figura 1 - Médias semanais de temperatura média e precipitação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos



Fonte: INMET, 2016.

Figura 2 - Médias semanais de radiação global, umidade relativa do ar e insolação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos



Fonte: INMET, 2016.

O ensaio foi conduzido em vasos a pleno sol. Utilizou-se como substrato a camada de 0-0,2 m de um solo do tipo Argissolo Vermelho Amarelo (SANTOS et al., 2006) coletado no município de Morrinhos – CE, sob coordenadas geográficas de 3°14'43.66" latitude sul e 40°03'32.91" longitude a oeste de Greenwich.

As análises química e granulométrica do solo Argissolo encontram-se na Tabela 1. Como procedimento de colheita, foi realizada a limpeza superficial da área para retirada da serrapilheira e coleta do solo. Logo em seguida, o solo passou por destorroamento e peneiramento para eliminação de partes grosseiras e materiais estranhos. Os vasos foram preenchidos com 7,5 dm^3 de solo e alocados em bancadas de metal (Figura 3).

A partir dos resultados da análise de solo procederam-se as correções de acordo com o Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – RIBEIRO et al., (1999). O solo foi corrigido para fósforo (30 kg ha^{-1} ou 15 mg dm^3) e potássio (20 kg ha^{-1} ou 10 mg dm^3) utilizando como fontes desses nutrientes superfosfato simples (18% de P_2O_5) e cloreto de potássio (60% de K_2O), respectivamente. Convertendo os valores para

o volume do solo de 7,5 dm³, utilizou-se 0,625g de P₂O₅ e 0,125g de K₂O por vaso em única aplicação. A prática da calagem não foi necessária tendo em conta a saturação por bases de 48%, atendendo as exigências das gramíneas (RIBEIRO et al., 1999).

Figura 3 - Visão geral da área experimental



Tabela 1. Atributos químicos e granulométricos da camada de 0-0,2 m do solo Argissolo

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H + Al	Al	SB	CTC
H ₂ O	g dm ⁻³	---mg dm ⁻³ --	-----mmol _c dm ⁻³ -----						
5,7	5	4	23	14	2	18	0	16,6	34,6
V	S	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
%	-----mg dm ⁻³ -----								
48	3	2	0,12	0,2	5	6,0	0,90		
Argila	Silte	Areia total	Areia grossa	Areia fina					
-----g kg ⁻¹ -----									
84	16	900	840	60					

pH – potencial hidrogeniônico; M.O. – matéria orgânica (muito baixo); P – fósforo (muito baixo); K – potássio (baixo); Ca – cálcio (médio); Mg – magnésio (baixo); H + Al – acidez potencial (baixo); Al – alumínio; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca de cátions; V – saturação por bases; S – enxofre; Na – sódio; B – boro (baixo); Cu – cobre (baixo); Fe – ferro (muito baixo); Mn – manganês (bom); Zn – zinco (baixo). (RIBEIRO et al., 1999).

Fase de estabelecimento

A semeadura das gramíneas Paiaguás e Piatã deu-se diretamente nos vasos. A aplicação de adubo nitrogenado foi realizada dez dias após a emergência das plântulas tendo como fonte de nitrogênio a uréia (45% de nitrogênio). O adubo foi aplicado via água de irrigação. Foi utilizada uma dose equivalente a 30 kg ha⁻¹ciclo ou 15 mg dm³ de solo, perfazendo uma aplicação de 0,25 gramas de uréia para o volume de solo de 7,5 dm³.

A lâmina de irrigação utilizada na fase de estabelecimento segue como parâmetro a evaporação diária coletada do Tanque Classe ‘A’ (MEDEIROS et al, 2013) para posterior estimativa da evapotranspiração de referência (Et₀). O Tanque Classe ‘A’ é pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET – Estação Sobral), distante do local experimental aproximadamente 489 metros.

O cálculo da lâmina de irrigação utilizada no período de estabelecimento (100% da evapotranspiração de referência – Et₀) é composto pelo produto da equação:

$$Et_0 = K_p * E_t$$

Em que,

Et₀: Evapotranspiração de referência;

K_p: Coeficiente do tanque Classe ‘A’, adimensional, e;

E_t: Evaporação do tanque, mm dia⁻¹.

Para a correção do volume de água a ser aplicado em função do volume de solo, efetuou-se a multiplicação do produto da Et₀ pela área do vaso, conforme a equação abaixo:

$$\text{Lâmina de irrigação} = Et_0 * \text{área do vaso}$$

A coleta dos dados de evaporação obtidas pelo tanque Classe ‘A’ foi realizada diariamente por volta de 08:30 horas. Após 52 dias de estabelecimento, procedeu-se o corte das gramíneas finalizando o tratamento com a lâmina de 100% da Et₀. O croqui experimental da fase de estabelecimento encontra se na figura 4.

Crescimento dos capins Paiaguás e Piatã nos períodos seco e de transição seco/chuvoso

Logo em seguida ao corte equivalente a 2/3 das folhas, após o período de crescimento de 32 dias, as gramíneas foram submetidas ao tratamento com quatro

lâminas de irrigação: 30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (E_{t0}). O croqui experimental encontra-se na figura 5.

Para a estimativa do fim do período de crescimento, foi levado em conta o início do processo de senescência da primeira folha produzida na rebrotação da cultivar mais tardia (*U. brizantha* cv. Piatã) sob o tratamento com a lâmina de 90% da E_{t0} . A escolha da lâmina de 90% da E_{t0} leva em consideração o volume hídrico que mais se aproxima daquele utilizado na fase de estabelecimento (100% da E_{t0}).

Para o manejo da irrigação foram adotados os mesmos procedimentos tomados na fase de estabelecimento. A adubação nitrogenada (15 mg de N dm^{-3} de solo) foi aplicada via água de irrigação imediatamente após o corte das gramíneas.

Figura 4 - Distribuição espacial dos vasos* em bancadas de metal na fase de estabelecimento das gramíneas Paiaguás e Piatã sob o tratamento com a lâmina de 100% da E_{t0} . Os círculos marcados com "x" representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo

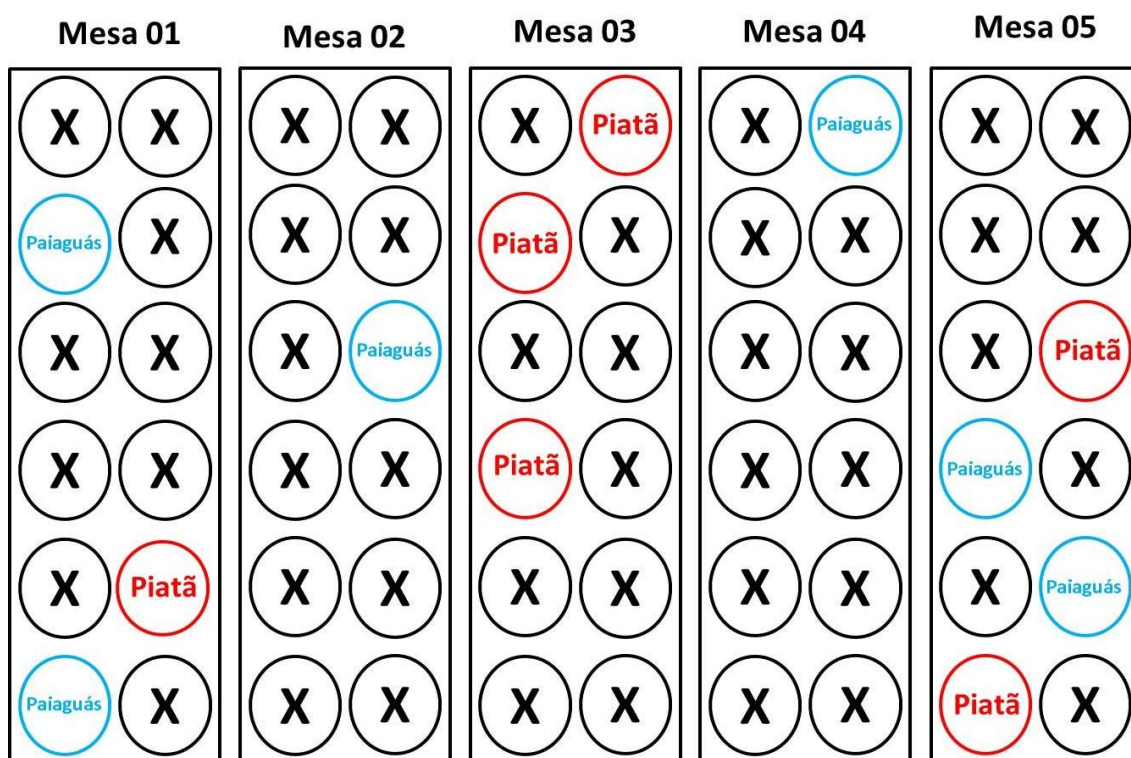
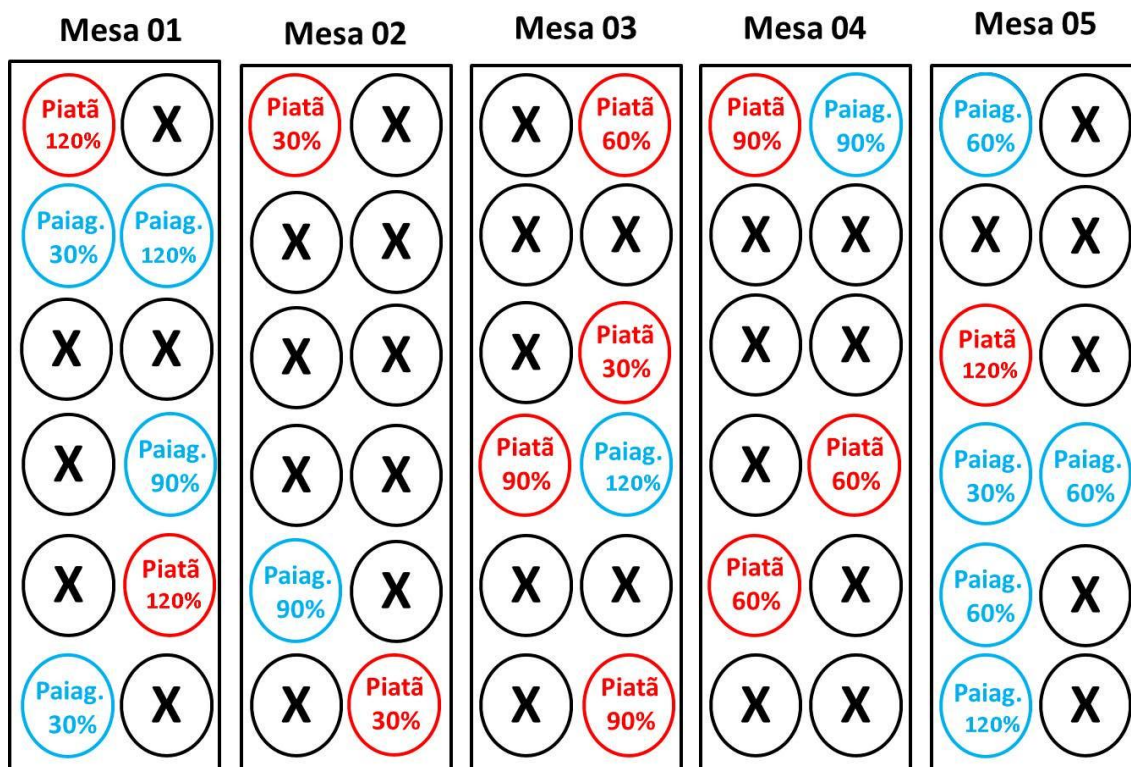


Figura 5 - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal durante os períodos seco e de transição seco/chuvoso dos capins Piatã e Paiaguás sob os tratamentos com as lâminas de irrigação de 30, 60, 90 e 120% da E_t . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo



Ensaio I - Avaliação das trocas gasosas

As avaliações de trocas gasosas foram realizadas por intermédio do analisador de CO_2 por infravermelho, IRGA modelo LCpro-SD (ADC Bioscientific Ltd Hoddesdon, Hertfordshire, UK). Na fase de estabelecimento as análises foram realizadas ao término do período (52 dias) onde foi realizado um curso de diário de trocas gasosas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas com medidas repetidas no tempo, tendo as gramíneas (Paiaguás e Piatã), as parcelas e o período do dia (8, 10, 12, 14 e 16 horas), as subparcelas, com cinco repetições.

Os dados climatológicos de temperatura do ar, umidade relativa, radiação e velocidade do vento aferidos a cada período de coleta (horas) encontram-se na Tabela 2. Para cada vaso (unidade experimental) foi escolhido um perfilho, tomando a porção mediana da folha recém-expandida para a leitura do aparelho. (Figura 6).

Tabela 9. Temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação e velocidade do vento, registrados a cada horário de coleta durante a aferição das trocas gasosas na fase de estabelecimento

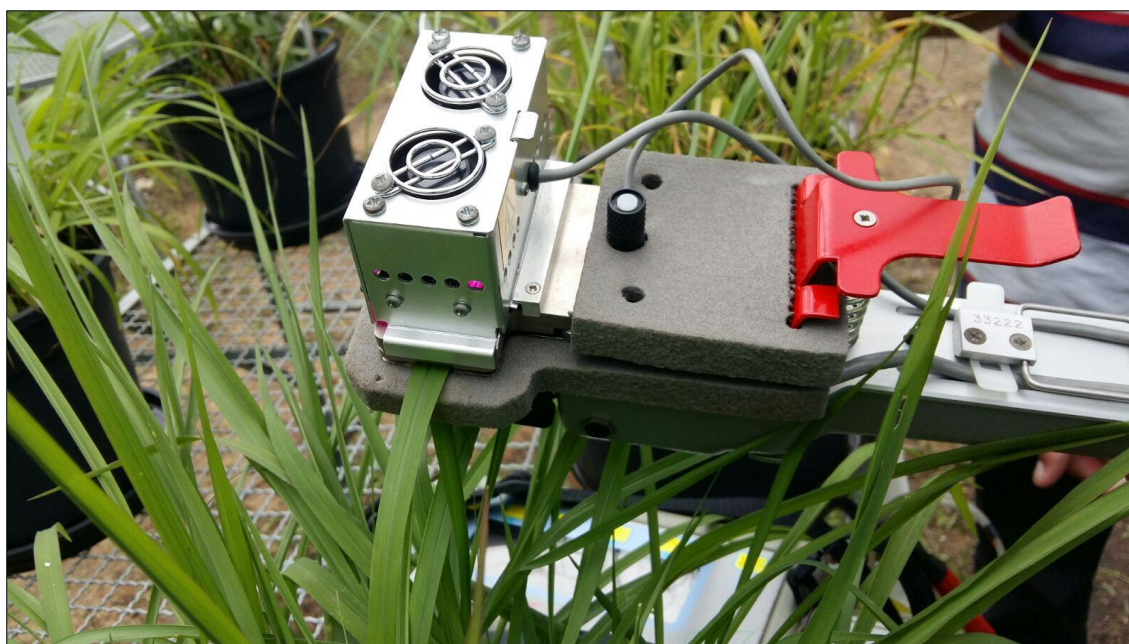
Período (horas do dia)	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Radiação (Mj m ⁻²)	Vento (m s ⁻¹)
8	23,3	86	1,679	0,4
10	27,2	69	1,869	2,0
12	31,5	47	1,599	4,8
14	33,9	37	1,371	4,2
16	36,4	29	0,621	4,0

Fonte: INMET, 2016.

Nas fases seguintes (período seco e período de transição seco/chuvoso) o delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4 (duas gramíneas x quatro lâminas de irrigação), com três repetições.

As leituras durante o tratamento com o regime de lâminas de irrigação foram realizadas no 10º dia após o corte correspondente ao início de cada ciclo de crescimento, adotando os mesmos cuidados tomados na fase de estabelecimento. A tomada da leitura aos 10º dia de rebrota, leva em conta o tempo médio para a expansão da primeira folha produzida na rebrotação das gramíneas (Paiaguás e Piatã) sob o regime de 90% da E_{t0} . As leituras foram realizadas sempre logo após a irrigação das plantas, por volta de 9:00 e 10:00 da manhã.

Figura 6 - Detalhe da aferição das trocas gasosas na porção mediana da folha



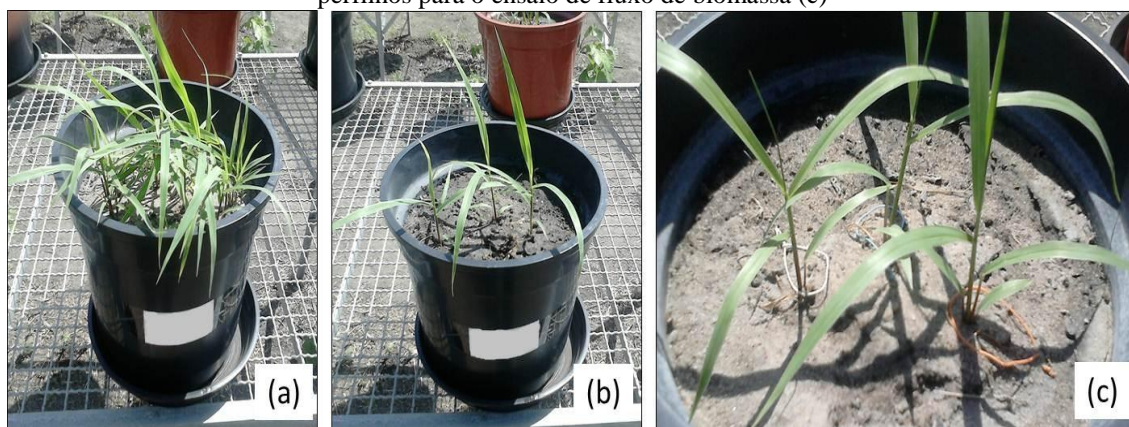
Foram analisadas as variáveis, temperatura da folha (TFOL, °C), concentração interna de CO₂ na folha (C_i, ppm), taxa de transpiração foliar (E, μmol m⁻² s⁻¹), condutância estomática (g_s, μmol m⁻² s⁻¹) e taxa de fotossíntese foliar (A, μmol m⁻² s⁻¹).

Os dados foram analisados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. Para o efeito de tempo, na fase de estabelecimento e de lâmina de irrigação nos períodos seco e de transição seco/chuvoso, foi realizada análise de regressão baseado em modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Para o efeito de período, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e a interação (período x lâmina de irrigação) foi desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. Como ferramenta de auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

Ensaio II – Avaliação do fluxo de biomassa

Na fase de estabelecimento, logo após estabilização da germinação, procedeu-se um desbaste para permanência de três plantas por vaso. Cada perfilho foi identificado com uma haste de cor diferente para o ensaio de morfogênese (Figura 7).

Figura 7 - Desbaste (a) e escolha de perfilhos de capim-paiaguás (b) e detalhe para a identificação dos perfilhos para o ensaio de fluxo de biomassa (c)



Para cada perfilho identificado, foi mensurado o comprimento da lâmina foliar a partir da lígula exposta, quando a folha encontrava-se completamente expandida, e da lígula da folha imediatamente inferior, quando se tratava de uma folha em expansão. O comprimento total da folha é dividido em fração verde e fração morta, sendo este último obtido por diferença do comprimento total. A altura das hastes foi obtida através da

aferição do comprimento da lígula da última folha expandida em relação ao solo. O intervalo de avaliação deu-se a cada três dias.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizados em esquema fatorial 5x4 (cinco gramíneas x quatro lâminas de irrigação) com três repetições.

Através do acompanhamento do fluxo de biomassa das forrageiras, foi possível estimar a taxa de alongamento das folhas (TAIF = $\text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$), das hastes (TAIH = $\text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$), de senescência foliar (TSF = $\text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$) e filocrono, variável que mostra o tempo necessário, em dias, até a completa expansão da folha, o qual é observado com a exposição da lígula.

Os dados foram analisados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. Para o efeito de lâmina de irrigação, foi realizada análise de regressão baseado em modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Para o efeito de período, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e a interação (período x lâmina de irrigação) desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. Como ferramenta de auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

Ensaio III - Avaliação das características estruturais e de biomassa

Ao término de cada período de crescimento (seco e transição seco/chuvoso) foram realizadas as seguintes mensurações anteriores ao corte das gramíneas: altura do dossel (ALT), número de folhas vivas por perfilho (NFV) e densidade populacional de perfilhos (DPP).

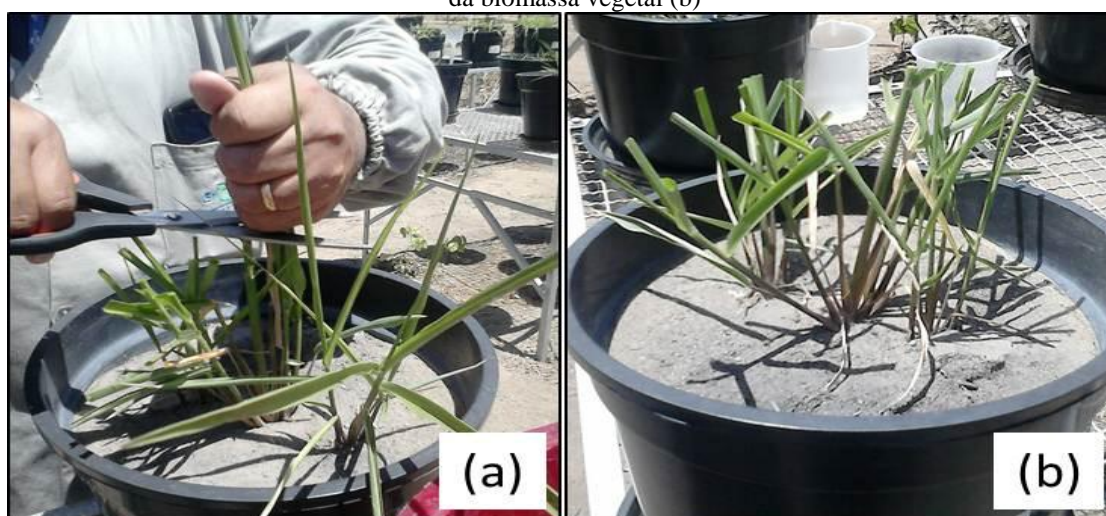
A altura do dossel foi auferida com o auxílio de uma régua, sendo tomadas cinco alturas aleatoriamente em cada repetição (vaso) partindo do solo até o encontro da régua com a curvatura das folhas no dossel. O número de folhas vivas por perfilho foi obtido mediante contagem das folhas de cinco perfilhos aleatoriamente para cada repetição (vaso). Para folhas truncadas resultantes de ciclos anteriores e folhas em emergência, ou seja, aquelas que não apresentaram a exposição da lígula foram consideradas o valor de 0,5 folhas.

A densidade populacional de perfilhos foi contabilizada em cada vaso (repetição), a cada intervalo de avaliação. Foi também avaliado o ângulo das hastes (ÂNG), que é conseguido mediante mensuração do comprimento das hastes verticalmente a partir da lígula da última folha expandida em relação ao solo e,

horizontalmente, correspondendo ao comprimento da inserção da gramínea á altura da última lígula exposta.

Logo em seguida foi realizado o corte de 2/3 das folhas das gramíneas, (Figura 8). O material colhido foi pesado e fracionado em folha, colmo e material morto para determinação das biomassas de lâmina foliar verde (BLV), de colmo verde (BCV), de forragem morta (BFM) e relação lâmina foliar/colmo (F/C). Após o fracionamento, o material foi pesado, acondicionado em sacos de papel, levado a estufa a 55°C até peso constante e pesado novamente.

Figura 8 - Corte de 2/3 das folhas do capim-piatã. Detalhe para o corte dos perfilhos (a) e após a remoção da biomassa vegetal (b)



A eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde (EUA_{BFV}), ao qual considera as frações folha e colmo, foi obtida através da razão entre a biomassa de forragem verde ($g\ vaso^{-1}$) e a quantidade de água (mm) correspondente a cada tratamento com lâmina de irrigação.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizados em esquema fatorial 5x4 (cinco gramíneas x quatro lâminas de irrigação) com três repetições.

Os dados foram analisados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. Para o efeito de lâmina de irrigação, foi realizada análise de regressão baseado em modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Para o efeito de período, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e a interação (período x lâmina de irrigação) foi desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. Como ferramenta de auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Trocas gasosas

3.1.1 Trocas gasosas na fase de estabelecimento

Verificou-se efeito de interação (gramínea x tempo) apenas para a variável taxa de fotossíntese foliar (A) durante o curso diário de trocas gasosas dos capins Paiaguás e Piatã na fase de estabelecimento (Tabela 3). Quanto ao efeito isolado de gramínea, constatou-se no capim-piatã as maiores médias de taxas de transpiração (E) e de fotossíntese foliar (A) e de condutância estomática (gs). O capim-piatã parece melhor adaptado a solos arenosos que a cultivar Paiaguás. Tal afirmativa pode ser ratificada pelos parâmetros fisiológicos apresentados, evidenciando uma superioridade em termos percentuais do capim-piatã em relação ao capim-paiaguás em 39,0 e 41,6%; 14,4 e 23,7%; 24,4 e 32,0%; 12,0 e 14,0% e 28,2 e 30,7% nas variáveis E e gs, nos horários de 8:00, 10:00, 12:00, 14:00 e 16:00 horas, respectivamente o que resultou em maiores taxas fotossintéticas do capim-piatã (Tabela 3 e Figura 9).

Vale destacar, que em todos os horários avaliados, o capim-piatã apresentou melhores respostas fisiológicas, mesmo em temperatura médias do ar ($33,9^{\circ}$) e velocidade do vento ($4,3 \text{ m s}^{-1}$) elevada e baixa umidade relativa ar (37,6%), registradas nos horários compreendidos entre 12:00 e 16:00 horas. A associação dos três fatores climáticos supracitados causam efeitos significativos na redução ou no aumento da taxa fotossintética por influenciar invariavelmente a abertura estomática. Este efeito se dá pela interferência na camada limítrofe de ar situada entre a folha e a atmosfera circundante. Assim, uma maior velocidade do vento, associada à baixa umidade relativa do ar, causam depleção na camada limítrofe de ar e aumento no déficit de pressão de vapor, forçando o fechamento estomático para diminuir as perdas de água por transpiração (TAIZ e ZIEGLER, 2017) o que vai afetar a taxa fotossintética e consequentemente diminuição na produção de carboidratos.

Para o efeito isolado de tempo, observou-se comportamento quadrático com ponto de máximo para as variáveis TFol, E e gs e de mínimo para a variável Ci, com médias de $44,0^{\circ}\text{C}$ de temperatura foliar, 5,03 e $0,095 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ de taxa de transpiração e de condutância estomática e concentração interna mínima de CO_2 de 82,2 ppm, estimados nos horários de 12:21, 12:19, 11:53 e 14:49 horas, respectivamente. O efeito quadrático com ponto de mínimo verificado na variável Ci reflete o consumo de

CO₂ para o processo fotossintético. O elevado consumo de CO₂ pelas gramíneas nos horários de maior intensidade luminosa é reflexo da maior abertura estomática para o resfriamento da folha (HOPKINS, 1999) o que levou a maior abertura estomática, elevando o influxo de CO₂ e ocasionando maior atividade das enzimas carboxilativas, diminuindo, portanto a presença deste gás no mesófilo foliar. Tal assertiva é corroborada pela elevada atividade fotossintética verificada no período.

Tabela 10. Curso diário de trocas gasosas dos capins Paiaguás e Piatã durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

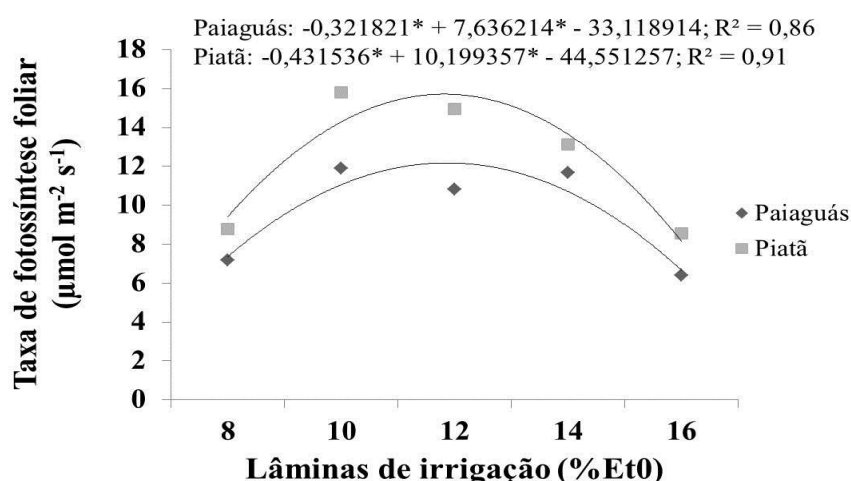
Gramínea	Tempo (hora)						Média	CV(%)	p-valor	
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	G			G x T	
Temperatura da folha (TFol; °C)										
Paiaguás	39,0	43,4	43,5	42,7	38,7	41,4	4,18	0,20**	0,43**	
Piatã	40,2	42,9	43,7	43,3	38,3	41,7				
Equação (efeito de tempo)			-0,306786* + 7,247857* + 1,257143; R ² = 0,98							
Concentração interna de CO₂ (Ci; ppm)										
Paiaguás	99,6	124,6	79,2	85,6	77,0	93,2	31,45	0,80**	1,74**	
Piatã	145,6	101,8	82,2	82,4	92,8	100,9				
Equação (efeito de tempo)			1,007143* - 29,401429* + 296,811429; R ² = 0,88							
Transpiração foliar (E; μmol m⁻² s⁻¹)										
Paiaguás	1,86	4,53	3,94	4,10	1,68	3,22b	32,54	6,89*	0,18**	
Piatã	3,05	5,29	5,21	4,66	2,34	4,11a				
Equação (efeito de tempo)			-0,169804* + 4,004236* - 18,570486; R ² = 0,93							
Condutância estomática (gs; μmol m⁻² s⁻¹)										
Paiaguás	0,042	0,090	0,068	0,074	0,036	0,062b	41,54	7,40*	0,21**	
Piatã	0,072	0,118	0,100	0,086	0,052	0,085a				
Equação (efeito de tempo)			-0,002679* + 0,061786* - 0,260486; R ² = 0,83							
Taxa de fotossíntese foliar (A; μmol m⁻² s⁻¹)										
Paiaguás	7,18	11,88	10,82	11,68	6,41	9,59b	35,74	5,75*	0,27*	
Piatã	8,78	15,82	14,95	13,12	8,55	12,24a				

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação a variável taxa de fotossíntese foliar (A), observou-se comportamento quadrático com ponto de máximo nas gramíneas Paiaguás e Piatã, com médias estimadas de 12,17 e 15,71 μmol m⁻² s⁻¹ nos horários 12:26 e 12:21 horas,

respectivamente. De maneira geral, as gramíneas Paiaguás e Piatã mantiveram crescentes suas atividades fotossintéticas à medida que houve a incidência de radiação de forma quantificativa. No entanto, foi verificado no capim-piatã maior taxa fotossintética com valores médios estimados de 21,8, 23,0, 22,4, 31,8 e 18,2% em relação ao capim-paiaguás, nos horários avaliados de 8:00, 10:00, 12:00, 14:00 e 16:00 horas, nessa ordem (Figura 9). Em se tratando de regiões semiáridas, onde há elevada radiação incidente e grande parte dos solos são rasos e arenosos (MANZATTO, 2002) e, portanto, com baixa capacidade de retenção de umidade, espécies forrageiras que mantenham suas atividades fisiológicas sob essas circunstâncias são de grande interesse, posto que potencializa a produção de massa de forragem, assegurando o aporte alimentar dos rebanhos.

Figura 9 - Taxa de fotossíntese foliar dos capins Paiaguás e Piatã durante o curso diário de trocas gasosas na fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et₀)



3.1.2 Trocas gasosas no período seco

Não foi verificado efeito de interação (gramínea x lâmina de irrigação) nas trocas gasosas dos capins Paiaguás e Piatã durante o período de crescimento na época seca (Tabela 4). Para o efeito isolado de gramínea, o capim-piatã apresentou maior média para a variável Ci. Quanto ao efeito isolado de lâmina de irrigação, verificou-se comportamento quadrático com ponto de mínimo para as variáveis Ci, de máximo para as variáveis E e A e linear crescente para variável gs e decrescente para a variável TFol,

com 110,42 ppm de CO₂, 7,72, 23,18, 0,233 μmol m⁻² s⁻¹ e 42,1°C estimados nas lâminas de 83, 120, 120, 120 e 120% da Et₀, nessa ordem.

O maior consumo de CO₂ estimado próximo ao regime de 90% da Et₀ não está correlacionado com a máxima taxa fotossintética observada no tratamento de 120% da Et₀. Isso pode ser explicado pela metodologia de aferição das trocas gasosas ser realizada de forma pontual, não representando o efeito real da taxa fotossintética no período de crescimento, corroborado pela maior biomassa de lâmina foliar verde verificada no regime de 120% superior em 33% em relação ao regime de 90% da Et₀ (Tabela 10). Por outro lado, as demais variáveis fisiológicas apresentam paridade com a taxa fotossintética, apresentando os maiores valores no regime de 120% da Et₀, o que evidencia adaptabilidade destas forrageiras a um maior nível de umidade no solo.

A temperatura foliar, por sua vez, decresceu à medida que aumentou o regime de irrigação. Em solos arenosos, os quais possuem poros de grande diâmetro, a radiação incidente nas horas mais quentes do dia promove acentuado aquecimento do solo e perda de umidade por evaporação, especialmente quando há pouca cobertura vegetal, como verificado nas gramíneas sob os tratamentos de menor volume hídrico, resultando em maior aquecimento do dossel. No entanto, sob os maiores tratamentos de lâminas de irrigação (90 e 120% da Et₀), o protoplasma da célula vegetal, adequadamente provido de água, funciona como um estabilizador da temperatura, além de aumentarem a taxa transpiratória como mecanismo principal de minimizar o superaquecimento da folha (Tabela 4).

Tabela 11. Trocas gasosas dos capins Paiaguás e Piatã durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					Média	CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	G			G x L	
Temperatura da folha (TFol; °C)									
Paiaguás	44,2	44,2	42,7	42,4	42,9	3,65	0,11**	0,76**	
Piatã	43,9	44,0	42,7	41,8	43,1				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				-0,020778* + 44,5750; R ² = 0,97					
Concentração interna de CO₂ (Ci; ppm)									
Paiaguás	177,00	130,00	140,33	150,00	149,33a	18,22	0,008*	0,73**	
Piatã	158,66	103,00	91,33	123,00	119,00b				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,020* - 3,315556* + 247,8333; R ² = 0,97					
Transpiração foliar (E; μmol m⁻² s⁻¹)									
Paiaguás	1,83	5,12	6,31	7,98	5,31	25,36	0,17**	0,56**	
Piatã	2,64	4,73	7,42	7,41	5,55				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				-0,000516* + 0,138525* - 1,469583; R ² = 0,99					
Condutância estomática (gs; μmol m⁻² s⁻¹)									
Paiaguás	0,030	0,110	0,150	0,226	0,129	27,55	0,25**	0,99**	
Piatã	0,030	0,090	0,200	0,226	0,136				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,002217* - 0,033; R ² = 0,99					
Taxa de fotossíntese foliar (A; μmol m⁻² s⁻¹)									
Paiaguás	3,33	14,76	15,95	22,62	14,16	26,02	0,22**	1,67**	
Piatã	2,76	11,12	21,88	23,80	14,89				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				-0,00155* + 0,454922* - 9,089167; R ² = 0,99					

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.1.3 Trocas gasosas no período de transição seco/chuvoso

Constatou-se interação (gramínea x lâmina de irrigação) apenas para a variável concentração interna de CO₂ dos capins Paiaguás e Piatã durante o período de transição seco/chuvoso (Tabela 5). Com relação ao efeito isolado de gramínea, o capim-paiaguás apresentou as maiores médias para a taxa de fotossíntese foliar (A) diferindo significativamente do capim-piatã. As mudanças climáticas verificadas nos dez dias que antecederam a aferição das trocas gasosas favoreceram especialmente os parâmetros fisiológicos do capim-paiaguás. Naquele período, foi observadas reduções de 22,2 e 26,6% na radiação solar (Mj m⁻²) e insolação (horas dia⁻¹), respectivamente e aumento de 3,2% na umidade relativa do ar, em relação ao mesmo período que precederam o

curso diário de trocas gasosas na estação seca, o que resultou no aumento de 57,6, 21,5 e 24,4% em relação ao capim-piatã sob os regimes de 30, 60 e 120% da E_{t0} , nessa ordem, não sendo verificado diferença relevante para as gramíneas sob o tratamento de 90% da E_{t0} .

Se equiparadas ao período seco, houve aumento significativo na taxa fotossintética. Analisando isoladamente as gramíneas, no período de transição seco/chuvoso, o capim-paiaguás obteve os maiores incrementos na taxa fotossintética com aumentos médios de 41,9, 20,0, 31,4 e 9,3% em relação ao período seco sob os tratamentos de 30, 60, 90 e 120% da E_{t0} , respectivamente. Já para o capim-piatã, por seu turno, verificaram-se acréscimos mais modestos de 23,2 e 5,8% na taxa fotossintética sob os regimes de 60 e 90% da E_{t0} , nessa ordem e decréscimos de 11,9 e 20,8% em relação aos tratamentos de 30 e 120% da E_{t0} , respectivamente. Pode se inferir, portanto, que o capim-paiaguás apresentou melhores respostas fisiológicas quando houve mudanças nas condições climáticas, principalmente na intensidade e número de horas de insolação.

Acerca do efeito isolado de lâmina de irrigação, observou-se comportamento quadrático com ponto de mínimo para a variável TF_{ol} , de máximo para as variáveis E e A e linear crescente para a variável g_s com médias de 38,6°C e 4,70, 23,38, 0,226 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ estimados nas lâminas de irrigação de 90, 112, 101 e 120% da E_{t0} , respectivamente. A diminuição da radiação solar e da temperatura média do ar em 62,5% e 0,4°C, nessa ordem e um aumento de 7,6% na umidade relativa do ar, em relação ao período seco, pontualmente no dia da aferição das trocas gasosas, deduziu em uma redução na temperatura foliar e na taxa transpiratória e aumento na taxa fotossintética, sem causar efeitos expressivos na condutância estomática.

A maior condutância estomática, ou seja, a maior taxa de entrada de um gás é proporcional à abertura do poro estomático e este é dependente do formato e das propriedades da parede celular (LARCHER, 2000). Assim, pode-se inferir que as gramíneas Paiaguás e Piatã possuem maiores capacidades de assimilação de CO_2 , certamente em razão de sua morfologia foliar, apesar da elevada concentração interna de CO_2 verificada. O fato de apresentar maior concentração de CO_2 no mesófilo da folha, levando em conta que possivelmente uma menor C_i culmina em maior assimilação de CO_2 pelo vegetal, os capins Paiaguás e Piatã apresentaram taxas fotossintéticas significativas, o que pode evidenciar uma elevada eficiência no uso do carbono.

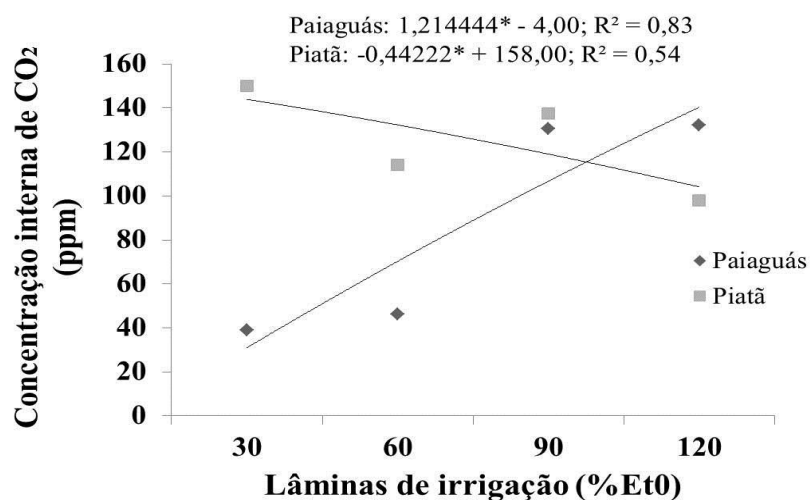
Tabela 12. Trocas gasosas dos capins Paiaguás e Piatã durante o período de transição seco/chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Temperatura da folha (TFol; °C)								
Paiaguás	41,5	39,1	37,9	39,3	39,5	4,88	1,28**	1,42**
Piatã	38,1	39,2	38,7	38,5	38,6			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,000361* - 0,064833* + 41,51666; R ² = 0,87					
Concentração interna de CO₂ (Ci; ppm)								
Paiaguás	39,0	46,3	130,6	132,3	87,0b	14,01	38,78*	28,17*
Piatã	150,0	114,0	137,3	98,0	124,8a			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			-0,00043* + 0,096633* - 0,720833; R ² = 0,97					
Transpiração foliar (E; μmol m⁻² s⁻¹)								
Paiaguás	1,29	3,83	4,84	5,51	3,87	34,97	0,89**	1,05**
Piatã	2,11	3,74	3,63	4,03	3,38			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,001761* + 0,0150; R ² = 0,93					
Condutância estomática (gs; μmol m⁻² s⁻¹)								
Paiaguás	0,023	0,130	0,226	0,266	0,161	55,56	0,76**	1,35**
Piatã	0,093	0,116	0,166	0,153	0,132			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			-0,003843* + 0,777344* - 15,920; R ² = 0,99					
Taxa de fotossíntese foliar (A; μmol m⁻² s⁻¹)								
Paiaguás	5,73	18,44	23,24	24,92	18,08a	17,28	7,98*	1,26**
Piatã	2,43	14,48	23,45	18,84	14,80b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			-0,003843* + 0,777344* - 15,920; R ² = 0,99					

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

No tocante a variável Ci, observou-se comportamento linear crescente e decrescente para os capins Paiaguás e Piatã, respectivamente, tendo sido estimado médias de 32 e 144; 68 e 131; 105 e 118 e 141 e 104 ppm nas lâminas de irrigação de 30, 60, 90 e 120% da Et₀, nessa ordem (Figura 10). O comportamento linear crescente da Ci do capim-paiaguás pode ser devido à maior taxa fotossintética apresentada em relação ao capim-piatã, que, por sua vez, foi verificado comportamento linear decrescente de forma pouco acentuada, resultado de uma menor oscilação na Ci, independente do regime hídrico e das mudanças nas condições atmosféricas locais.

Figura 10 - Concentração interna de CO₂ (Ci) dos capins Paiaguás e Piatã submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)), durante o período de transição seco/chuvoso



3.2 Fluxo de biomassa

3.2.1 Fluxo de biomassa na fase de estabelecimento

Durante a fase de estabelecimento, verificou-se diferença significativa apenas para a variável TSF, tendo o capim-paiaguás apresentado taxa de senescência foliar 47,6% superior ao capim-piatã. É importante destacar que o longo período da fase de estabelecimento (52 dias) pode ter ocasionado a maior taxa de senescência foliar do capim-paiaguás, contudo se faz necessário esse maior período para propiciar o pleno estabelecimento da forrageira antes do início do manejo de corte ou pastejo. Por outro lado, o capim-piatã apresentou reduzida TSF apesar do período imposto.

A taxa de senescência foliar do capim-paiaguás pode ser resultado da mobilização de nutrientes das folhas mais velhas para as mais novas. Vale salientar que nas condições experimentais foi utilizado um solo quimicamente pobre, não corrigido e adubado com uma dose baixa de nitrogênio por ciclo de crescimento, o que pode ter levado as plantas a realocar os nutrientes de tecidos mais velhos, especialmente do nitrogênio. Tal assertiva é corroborada pelo fato de que o nitrogênio ser um dos nutrientes com maior mobilidade pelo vegetal (MARSCHNER, 2012), além de ser o mais exportado pelas culturas (RAIJ, 2011) o que pode ter ocasionado a senescência das primeiras folhas produzidas.

Tabela 13. Fluxo de biomassa dos capins Paiaguás e Piatã durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	TAIF	TAIH	TSF	Fil
	-----cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹ -----			dias
Paiaguás	4,60	0,45	2,56a	6,02
Piatã	4,17	0,40	1,34b	6,71
F	6,57**	2,95**	27,6*	5,25**
CV (%)	6,62	11,38	20,61	8,12

Nota: TAI= Taxa de alongamento foliar; TALH= Taxa de alongamento das hastes; TSF= Taxa de senescência foliar; Fil= Filorono. Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.2 Fluxo de biomassa no período seco

Não foi observado interação (gramínea x lâmina de irrigação) no fluxo de biomassa das gramíneas Paiaguás e Piatã durante o período seco (Tabela 7). No que se refere ao efeito isolado de gramínea, o capim-paiaguás obteve as maiores médias para as variáveis TAIH, TSF e Filorono, ficando o capim-piatã com a maior média para a taxa de alongamento foliar (TAIF). O capim-paiaguás apresenta uma maior distância entre nós se comparado ao capim-piatã, fato este corroborado pela maior altura do dossel (Tabela 11), o que explica a maior taxa de alongamento das hastes. A taxa de senescência foliar do capim-paiaguás, por sua vez, superior ao capim-piatã, pode ser explicada pela provável maior exigência nutricional desta cultivar, o que pode ter levado a alocação dos nutrientes das folhas mais velhas para as mais novas, principalmente do nitrogênio; e bem como das folhas resultantes do ciclo de crescimento anterior que não foram alcançadas pelo manejo de corte.

Da mesma forma que um maior nível de nitrogênio disponível no solo diminui o número de dias de vida das folhas, pela aceleração no fluxo de biomassa (MARTUSCELLO et al., 2005), a menor disponibilidade de nutrientes no solo leva a planta a utilizar as folhas mais velhas como fonte, ocasionando a senescência foliar, também minimizando a duração de vida das folhas. O baixo teor de matéria orgânica apresentado na camada de 0-0,2 m do solo Argissolo (Tabela 1) pode ter contribuído sobremaneira para a menor retenção dos nutrientes e, acima de tudo, do nitrogênio, conforme já retratado. As plantas absorvem o nitrogênio especialmente nas formas de amônio e nitrato (BRADY e WEIL, 2013) e este último não é adsorvido pelos colóides encontrados na maioria dos solos, inclusive de textura arenosa, portanto, facilmente lixiviado e/ou perdido para a atmosfera (BRADY e WEIL, 2013; TILMAN et al., 1997).

O que pode ter contribuído para ser verificada diferença significativa na variável Filocrono, foi o aumento em 25,8% do tempo médio para a completa expansão de uma folha do capim-paiaguás sob tratamento de 30% da E_{t0} . O capim-piatã, por outro lado, manteve uma menor diferença no filocrono das gramíneas sob o tratamento de 30% da E_{t0} em relação ao maior regime de irrigação (120% da E_{t0}) com uma diferença média de 23,4%; enquanto que no capim-paiaguás essa diferença foi ampliada para 40,4%. Com relação à variável TAlF, apesar de apresentar diferença significativa, não foi verificado diferença no comprimento médio das lâminas foliares de 10,1 cm.

Para o efeito isolado de lâmina de irrigação, observou-se efeito linear crescente para as variáveis TAlF, TAlH e TSF, com as maiores médias de 2,59, 0,17 e 0,54 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ estimadas na lâmina de 120% da E_{t0} , respectivamente. Para a variável Filocrono, foi observado comportamento quadrático com ponto de mínimo de 6,6 dias estimado na lâmina de 95% da E_{t0} . As gramíneas Paiaguás e Piatã mostram-se responsivas aos maiores regimes de irrigação, especialmente o capim-piatã, apesar de não ter apresentado efeito de interação.

Tabela 14. Fluxo de biomassa de biomassa dos capins Paiaguás e Piatã durante o período de seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (% E_{t0})

Gramínea	Lâminas de irrigação (% E_{t0})					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Taxa de alongamento foliar (cm perf¹ dia⁻¹)								
Paiaguás	0,12	0,95	1,65	2,42	1,29b	17,87	4,50*	0,66**
Piatã	0,10	1,28	1,97	2,66	1,50a			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,026644* - 0,598250; R ² = 0,99				
Taxa de alongamento das hastes (cm perf¹ dia⁻¹)								
Paiaguás	0,03	0,09	0,14	0,22	0,12a	42,48	4,53*	1,07**
Piatã	0,02	0,07	0,12	0,12	0,08b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,001558* - 0,010583; R ² = 0,99				
Taxa de senescência foliar (cm perf¹ dia⁻¹)								
Paiaguás	0,31	0,32	0,36	0,86	0,46a	45,55	8,61*	1,76**
Piatã	0,16	0,21	0,28	0,39	0,26b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,004087* + 0,058167; R ² = 0,77				
Filocrono (dias)								
Paiaguás	13,6	8,4	7,0	8,1	9,3a	20,90	11,26*	2,36**
Piatã	8,1	7,1	6,3	6,2	6,9b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,001006* - 0,191830 + 15,755167; R ² = 0,99				

Médias seguidas de letras distintas diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.3 Fluxo de biomassa no período de transição seco/chuvoso

Não foi verificado efeito de interação (gramínea x lâminas de irrigação) nas variáveis de fluxo de biomassa dos capins Paiaguás e Piatã durante o período de transição seco/chuvoso (Tabela 8). No que se refere ao efeito isolado gramínea, as maiores e menores médias de taxa de alongamento foliar e filocrono foram constatadas no capim-piatã. Em paridade ao constatado no período seco, a TAlF e o Filocrono do capim-piatã mantiveram-se significativamente diferentes ao capim-paiaguás, no entanto com ligeiro incremento de 38,0 e 2,9%, respectivamente. Já para o capim-paiaguás, as mudanças climáticas e o suplemento hídrico favoreceu especialmente o filocrono, diminuindo em 15% o tempo necessário para o surgimento de uma nova folha enquanto que a TAlF aumentou em 36,1%.

A precipitação ocorrida na segunda metade do período de crescimento favoreceu o fluxo de biomassa das gramíneas Paiaguás e Piatã, resultando em uma maior produção média de biomassa de lâminas foliares em 52,7 e 50,8% em relação ao período seco, nessa ordem, mesmo para aquelas que já vinham sob os maiores regimes hídricos. Durante esse período, o total de precipitação acumulado de 202,6 mm, o que equivale a uma total de 9,6 litros de água vaso⁻¹, mostra o potencial de reposta dessas gramíneas à uma condição de solo com elevado teor de umidade; corroborando com Valle et al., (2007) que verificou maior tolerância do capim-piatã a solos encharcados quando comparado ao capim-marandú (*U. brizantha*).

Contudo, para o capim-paiaguás, não foi encontrado trabalhos na literatura que retratassem o comportamento desta forrageira em áreas com potencial de alagamento do solo. Por outro lado, os dados desta pesquisa podem inferir boa adaptabilidade do capim-paiaguás a estas condições.

Para o efeito isolado de lâmina de irrigação, constatou-se efeito quadrático com ponto de mínimo para as variáveis TAlF e filocrono e comportamento linear crescente para as variáveis TAlH e TSF, com médias de 2,08 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, 6,4 dias, e 0,37 e 0,36 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ estimados nas lâminas de irrigação de 83, 85, 120 e 120% da E_{t0} , respectivamente. Observa-se um efeito de supressão sobre o tratamento de lâmina de irrigação para as variáveis TAlF e Filocrono em função das precipitações, sendo constatado taxas médias de $2,21 \pm 0,12$ cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ e de $7,31 \pm 0,94$ dias, respectivamente, independente do regime de irrigação o que pode indicar grande

potencial de recuperação das gramíneas ao estresse hídrico imposto pelos tratamentos com as menores lâminas de irrigação durante o período anterior de crescimento.

Tabela 15. Fluxo de biomassa de biomassa dos capins Paiaguás e Piatã durante o período de transição seco/chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Taxa de alongamento foliar (cm perf¹ dia⁻¹)								
Paiaguás	2,26	1,94	1,84	2,03	2,02b	12,57	12,31*	0,21**
Piatã	2,51	2,36	2,34	2,46	2,42a			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,000109* - 0,018033* + 2,835833; R ² = 0,99					
Taxa de alongamento das hastes (cm perf¹ dia⁻¹)								
Paiaguás	0,27	0,29	0,32	0,41	0,32	20,55	1,82**	0,41**
Piatã	0,22	0,30	0,30	0,34	0,29			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,001322* + 0,210; R ² = 0,94					
Taxa de senescência foliar (cm perf¹ dia⁻¹)								
Paiaguás	0,29	0,34	0,39	0,37	0,35	45,51	1,20**	0,12**
Piatã	0,25	0,24	0,29	0,35	0,28			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,001022* + 0,24250; R ² = 0,97					
Filocrono (dias)								
Paiaguás	8,4	7,5	7,3	8,4	7,9a	14,11	7,82*	1,89**
Piatã	8,6	6,8	5,1	6,4	6,7b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,000715* - 0,121119* + 11,603750; R ² = 0,93					

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.3 Características estruturais e de biomassa

3.3.1 Características estruturais e de biomassa na fase de estabelecimento

Com relação às características de biomassa e estruturais, o capim-paiaguás diferiu significativamente do capim-piatã para as variáveis biomassa de forragem morta (BFM), densidade populacional de perfilhos (DPP) e ângulo das hastes (ÂNG) (Tabela 9). A maior biomassa de forragem morta observada no capim-paiaguás, nesta fase de crescimento, é resultado da maior taxa de senescência foliar (Tabela 6) ocasionada por fatores já discutidos, como a translocação de nutrientes. Na fase de estabelecimento, por ocasião do ensaio de fluxo de biomassa, houve o desbaste para a manutenção de três plantas por vaso e a partir destas ocorreu o perfilhamento. Dessa forma, o capim-

paiguás apresenta potencial de perfilhamento ligeiramente superior ao capim-piatã. Com referência ao ângulo das hastes, estes foram menores no capim-piatã, de modo que o forte vento e o menor diâmetro do colmo podem ter favorecido o aspecto decumbente desta forrageira nas condições deste estudo.

Tabela 9. Características estruturais, de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Paiaguás e Piatã durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	BLV	BCV	BFM	EUABFV	DPP	F/C	NFV	ÂNG	ALT
	--- gramas vaso ⁻¹ ---			g MS ⁻¹ mm ⁻¹	p. vaso ⁻¹	-	n°	graus	cm
Paiaguás	4,38	0,03	0,36a	0,008	15a	464	4,8	67,7a	17,3
Piatã	3,95	0,01	0,10b	0,007	11b	398	5,3	53,0b	17,0
F	0,91**	1,00**	12,30*	0,76**	10,5*	3,09**	4,56**	7,19*	0,02**
CV (%)	18,80	346,41	56,42	16,12	17,65	15,22	8,88	15,73	23,05

Nota: BLV= Biomassa de lâmina foliar; BFM= Biomassa de forragem morta; EUABFV= Eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde; DPP= Densidade populacional de perfilhos; NFV= Número de folhas vivas; ANG= Ângulo das hastes; ALT= Altura do dossel. Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.3.2 Características de biomassa e estruturais no período seco

Verificou-se interação (gramínea x lâmina de irrigação) apenas na variável biomassa de forragem morta (BFM) das gramíneas Paiaguás e Piatã durante o período seco (Tabela 10). Quanto ao efeito isolado de gramínea, o capim-paiaguás obteve maiores médias de biomassa de forragem morta.

De modo geral, o capim-piatã se apresenta como a forrageira mais responsiva ao tratamento imposto pelo regime de irrigação, com uma produção de biomassa de lâminas foliares superior em 73,8 e 10% nos regimes de 30 e 60% da Et₀, nessa ordem, em relação ao capim-paiaguás. É importante destacar que a maior produção de biomassa de folhas foram produzidas pelo menor número de plantas (36,4% inferior ao capim-paiaguás; Tabela 11). A maior tolerância ao estresse hídrico do capim-piatã também foi verificada por Santos et al. (2013) que sugere que a tolerância do capim-piatã ao estresse hídrico pode ser devido a uma maior sensibilidade do aparato estomático, controlado as trocas gasosas e pelo aprofundamento do sistema radicular.

Para o efeito isolado de lâmina de irrigação, observou-se comportamento quadrático para a variável BCV e linear crescente para as variáveis BLV e EUA-BFV, com médias de 0,26 e 6,97 gramas vaso⁻¹ e 0,021 g MS⁻¹ mm⁻¹, estimados na lâmina de 120% da Et₀, respectivamente. Como esperado, as maiores produções de biomassa e as

maiores respostas quanto às características estruturais foram verificadas nos tratamentos com maior volume de água aplicado. Um adequado suprimento hídrico mantém o protoplasma da célula vegetal sob condições ótimas para a realização das trocas gasosas (LARCHER, 2000), o que pode estar relacionado há uma maior abertura dos estômatos, ratificado pela condutância estomática e pela maior taxa fotossintética (Tabela 4) o que resultou em uma maior produção de biomassa.

Kerbaui (2009) ressalta que quando há água abundante e radiação solar incidente nas folhas, em uma manhã ensolarada, por exemplo, a atividade fotossintética é favorecida e cresce a demanda por CO₂. Como resposta, os estomáticos se abrem, diminuindo a resistência estomática à difusão. Inevitavelmente há a perda de água por transpiração, no entanto, uma vez que o suprimento hídrico é abundante, é vantajoso para a planta “trocar” água por produtos da fotossíntese, essenciais ao crescimento e produção.

A eficiência do uso da água, variável que expressa a quantidade de matéria seca produzida por quantidade de água aplicada, é uma estimativa importante quando se busca genótipos com potencial de adaptação a baixos regimes hídricos. O capim-piatã, apresentou a maior EUA_{BFV} sob o tratamento com a lâmina de 30% da E_{t0} . A produção de lâmina foliar sob essas circunstâncias, mostra potencial de produção de forragem e adaptação desta gramínea às condições de Semiárido.

Tabela 16. Características de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Paiaguás e Piatã durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Biomassa de lâmina foliar verde (gramas vaso⁻¹)								
Paiaguás	0,17	2,33	4,73	7,03	3,56	18,56	0,21**	0,61**
Piatã	0,65	2,59	4,23	7,29	3,69			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,074272* - 1,940833; R ² = 0,99					
Biomassa de colmo verde (gramas vaso⁻¹)								
Paiaguás	0,01	0,01	0,04	0,54	0,15	264,59	2,62**	2,27**
Piatã	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,000070* - 0,007769* + 0,1912,050; R ² = 0,95					
Biomassa de forragem morta (gramas vaso⁻¹)								
Paiaguás	0,01	0,01	0,20	0,79	0,25a	52,43	74,6*	43,1*
Piatã	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01b			
Eficiência do uso da água – BFV (g MS⁻¹ mm⁻¹)								
Paiaguás	0,002	0,013	0,017	0,020	0,013	20,69	0,62**	1,73**
Piatã	0,007	0,014	0,015	0,020	0,014			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,000167* + 0,001167; R ² = 0,92					

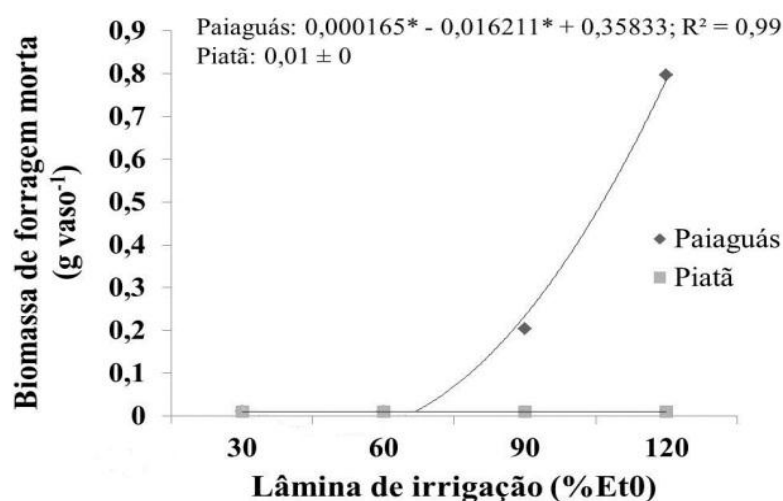
Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Com referência a variável biomassa de forragem morta (BFM), verificou-se comportamento quadrático para o capim-paiaguás com 0,78 gramas vaso⁻¹ estimada na lâmina de 120% da Et₀. Não foi constatado efeito de lâmina de irrigação na biomassa de forragem morta do capim-piatã (Figura 12). Já a maior presença de material morto sob os maiores regimes de irrigação, pode ser resultado da alocação de nutrientes das folhas mais velhas para as folhas mais novas, tendo em conta a maior demanda de nutrientes e que tal processo pode ter sido intensificado por estarem estabelecidas em um solo de fertilidade baixa; podendo também ser resultado da senescência das folhas mais velhas que ficaram fora do alcance do manejo de corte e atingiram o tempo máximo de vida, uma vez que se observou um aumento na altura média do dossel de 51,7 e 26,3% em relação aos regimes de 30 e 60% da Et₀ se equiparado à altura média do dossel (25,9 ± 0,98 cm) aferida sob os tratamentos de 90 e 120% da Et₀.

Mazzanti (1997) ponderou que o entendimento básico sobre as respostas ecofisiológicas e sobre as variáveis morfogênicas que definem o acúmulo e morte de tecidos são necessários, podendo-se, inclusive, apontar algumas características que

merecem atenção quando se for comparar o crescimento de diferentes espécies ou cultivares, sejam elas: taxa de aparecimento e senescência de órgãos, alongamento e longevidade das folhas, número máximo de folhas vivas, aparecimento e morte de perfilhos.

Figura 12 - Biomassa de forragem morta (BFM) dos capins Paiaguás e Piatã submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)), durante o período seco



Constatou-se interação (gramínea x lâmina de irrigação) somente para a variável relação lâmina foliar/colmo (F/C) dos capins Paiaguás e Piatã no período seco (Tabela 11). Quanto ao efeito isolado de gramínea, as maiores médias para as variáveis densidade populacional de perfilhos (DPP) e altura do dossel (ALT) foram observadas no capim-paiaguás, enquanto que a maior média para a variável de relação lâmina foliar/colmo (F/C) foi constatado no capim-piatã. Com o corte das forrageiras após a fase de estabelecimento, foi verificado um aumento na DPP mesmo nos tratamento com menor regime hídrico. A título de comparação, a DPP média observada ao final do período seco foi superior em 31,8 e 21,4% em relação às gramíneas Paiaguás e Piatã na fase de estabelecimento. A altura do dossel, por outro lado, manteve-se constante no capim-piatã, enquanto que no capim-paiaguás verificou-se aumentos significativos a partir do regime de 60% da Et₀.

Para o efeito isolado de lâmina de irrigação, verificou-se comportamento quadrático com ponto de máximo para as variáveis NFV e ÂNG e linear crescente para as variáveis DPP e ALT, onde foram estimados médias de 5,1 folhas vivas, 76,0° de

ângulos das hastes, 23 perfilhos⁻¹ vaso⁻¹ e 23,8 cm de altura do dossel aferido nas lâminas de 98, 58, 120 e 120% da E_{t_0} , respectivamente.

Com relação à variável NFV, o tratamento de lâmina de irrigação de 60% da E_{t_0} propiciou condições de umidade no solo suficiente para um bom desenvolvimento morfológico das gramíneas, alcançando 87,5 e 88,6% do número de folhas vivas verificado nas gramíneas Paiaguás e Piatã na fase de estabelecimento. Suscitando uma resposta mais precisa, é possível alcançar o NFV da fase de estabelecimento com a lâmina de irrigação de 70% da E_{t_0} para o capim-paiaguás e de 90% da E_{t_0} para o capim-piatã. Apesar de que o número de folhas vivas de um perfilho seja uma característica determinada geneticamente, o meio influencia grandemente para sua estabilização (NABINGER e PONTES, 2001), e por se tratar de uma característica estrutural importante, deve ser monitorada e avaliada de forma sistemática, principalmente quando se trabalha com regimes de irrigação a fim de evitar perdas no sistema produção.

Considerando a DPP sob o efeito isolado de lâmina de irrigação, verificou-se pequeno aumento de 2, 7 e 10 perfilhos para o capim-paiaguás e de 5, 0 e 2 perfilhos para o capim-piatã nos regimes de 60, 90 e 120% da E_{t_0} , respectivamente. O maior perfilhamento do capim-paiaguás pode está relacionado a fatores genéticos e não devido a sua resiliência as condições edafoclimáticas impostas, já que esta gramínea apresenta indícios de baixa tolerância, como maior taxa de senescência foliar e maior filocrono sob os menores regimes hídricos. Ademais, espera-se que em um maior número de plantas houvesse maior biomassa de lâminas foliares, no entanto não foi verificado diferença significativa quando comparado ao capim-piatã, que apresenta números inferiores de 8, 5, 10 e 11 perfilhos vaso⁻¹ que a cultivar Paiaguás.

Um problema relacionado ao baixo potencial de perfilhamento destas cultivares é seu cultivo em regiões de baixas latitudes, como na região Semiárida brasileira, onde não há o fotoperíodo necessário para induzir o florescimento. Como exemplo, a cultivar Piatã apresenta florescimento precoce em dias longos de verão (latitude 20°27'S) (EUCLIDES et al., 2008). Assim, se não há o ressemeio natural da pastagem pela ausência de florescimento, se faz necessário um manejo mais cuidadoso da pastagem para não acarretar em sua degradação.

Tabela 17. Características estruturais dos capins Paiaguás e Piatã durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					Média	CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	G			G x L	
Densidade populacional de perfilhos (perf. vaso⁻¹)									
Paiaguás	18	20	25	28	22a	14,31	55,06*	1,41**	
Piatã	10	15	15	17	14b				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		0,096667* + 11,5833; R ² = 0,98							
Relação lâmina foliar/colmo									
Paiaguás	17	233	468	12	182b	21,85	57,5*	52,3*	
Piatã	65	259	423	729	369a				
Número de folhas vivas por perfilho (n^o)									
Paiaguás	2,8	4,2	4,7	4,5	4,1	17,94	3,24**	0,02**	
Piatã	3,3	4,7	5,3	5,2	4,7				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		-0,000438* + 0,085681* + 0,942917; R ² = 0,99							
Altura do dossel (cm)									
Paiaguás	12,5	19,1	25,2	26,6	20,8a	19,86	9,44*	1,27**	
Piatã	12,4	14,8	19,2	18,5	16,2b				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		0,118056* + 9,716667; R ² = 0,91							
Ângulo das hastes (graus)									
Paiaguás	73,4	85,9	75,9	70,7	76,5	19,21	4,24**	0,72**	
Piatã	72,6	65,4	69,6	52,5	65,0				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		-0,003814* + 0,448006* + 62,9333; R ² = 0,99							

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

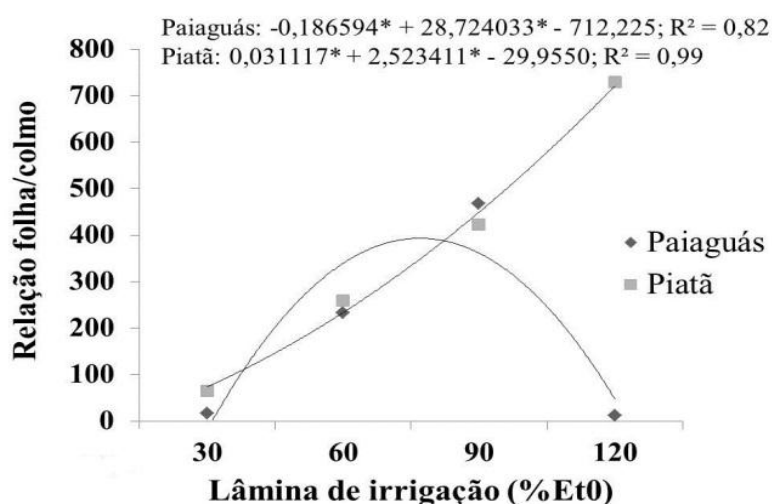
No que se refere a variável F/C, observou-se comportamento quadrático com ponto de máximo para o capim-paiaguás com uma relação de folhas à de colmo de 393:1 estimado na lâmina de 77% da Et₀. Já para o capim-piatã, a maior relação de folha/colmo (720:1) foi estimado na lâmina de 120% da Et₀ (Figura 13).

O capim-paiaguás apresenta um maior espaçamento entre nós, principalmente na porção mediana do perfilho, o que faz com que haja um maior alongamento do colmo e conseqüentemente uma maior participação de colmo na biomassa total, estreitando a relação F/C. Gomide et al. (2003) preconiza que o alongamento do colmo, processo que ocorre ainda na fase vegetativa das gramíneas tropicais, altera consideravelmente as características estruturais do dossel. Os autores enfatizam ainda que é essencial reconhecê-lo como importante característica morfogênica, e a relação lâmina

foliar/colmo como característica estrutural do dossel da pastagem tropical. De fato, ao analisar a relação lâmina foliar/colmo do capim-paiaguás (182; Tabela 11) em comparação a cultivar Piatã (369; Tabela 11), nota-se uma redução de 50,6%, o que torna, portanto, uma significativa redução na produção de biomassa de folhas.

Vale destacar que dois tratamentos contribuíram para diminuir a relação F/C do capim-paiaguás. O primeiro trata-se do regime de 30% da E_t0 que, diante do baixo volume de irrigação, não propiciou condições mínimas para seu crescimento e desenvolvimento. Já para o segundo, o excesso de água (120% da E_t0) pode ter desencadeado algum evento fisiológico não explicado que induziu ao alongamento das hastes, diminuindo a relação F/C, o que explica o comportamento quadrático do capim-paiaguás.

Figura 13 - Relação lâmina foliar/colmo (F/C) dos capins Paiaguás e Piatã submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_{t0})), durante o período seco



3.3.3 Características de biomassa e estruturais no período de transição seco/chuvoso

Não foi verificado efeito de interação (gramínea x lâmina de irrigação) durante o período de transição seco/chuvoso (Tabela 12). Com relação ao efeito isolado de gramínea, o capim-paiaguás diferiu significativamente do capim-piatã para a variável biomassa de colmo verde (BCV). A maior biomassa de colmo verde é explicada pela taxa de alongamento das hastes do capim-paiaguás sobre os regimes de 90 e 120% da E_{t0} , principalmente, ainda que não tenha sido detectado diferença significativa do capim-piatã. Contudo, nas condições deste estudo, as hastes do capim-paiaguás apresentam diâmetro superior o que levou a apresentar um maior peso em relação ao capim-piatã. Resultado semelhante foi retratado por Pezzopane et al., (2015) que verificou menor biomassa de colmo no capim-piatã em comparação a outras cultivares de *U. brizantha* sob estresse hídrico.

Para o efeito isolado de lâmina de irrigação, foi observado comportamento linear crescente para as variáveis BLV e BCV e quadrático com ponto de mínimo para as variáveis BFM e EUA-BFV, com médias de 9,44, 1,35, 0,09 gramas vaso⁻¹ e 0,025 g MS⁻¹ mm⁻¹, estimadas nas lâminas de irrigação de 120, 120, 102 e 114% da E_{t0} , nessa ordem. Embora não tenha sido encontrado diferença significativa, em termos absolutos o capim-piatã apresenta maior biomassa de lâminas foliares 29,4% superior ao capim-paiaguás quando no regime de 30% da E_{t0} . É válido destacar que pode ter havido supressão do tratamento de irrigação pela precipitação ocorrida no período, contudo, a resposta do capim-piatã aponta para uma melhor recuperação do seu estado morfofisiológico após um tratamento de irrigação mais severo. Essa pressuposição é importante quando da escolha de genótipos mais adaptados a regiões com incerteza na disponibilidade hídrica.

Tabela 18. Características de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Paiaguás e Piatã durante o período de transição seco/chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Biomassa de lâmina foliar verde (gramas vaso⁻¹)								
Paiaguás	4,73	7,10	8,53	9,76	7,53	14,05	0,00**	2,35**
Piatã	6,70	6,30	7,86	9,20	7,51			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,042667* + 4,3250; R ² = 0,99				
Biomassa de colmo verde (gramas vaso⁻¹)								
Paiaguás	0,42	0,66	1,80	2,00	1,22a	69,67	9,44*	2,20**
Piatã	0,47	0,34	0,33	0,77	0,47b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,011250* + 0,007500; R ² = 0,92				
Biomassa de forragem morta (gramas vaso⁻¹)								
Paiaguás	0,01	0,01	0,01	0,20	0,05	348,24	1,00**	1,00**
Piatã	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,000027* - 0,003114* + 0,083750; R ² = 0,93				
Eficiência do uso da água – BFV (g MS⁻¹ mm⁻¹)								
Paiaguás	0,060	0,043	0,040	0,033	0,044	21,62	0,17**	2,40**
Piatã	0,080	0,040	0,033	0,030	0,045			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,000006* - 0,001372* + 0,104167; R ² = 0,96				

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Não foi observado interação (gramínea x lâmina de irrigação) nas características estruturais durante o período de transição seco/chuvoso (Tabela 13). Com relação ao efeito isolado de gramínea, as maiores médias para as variáveis DPP e ÂNG foram observadas no capim-paiaguás, ao passo que a maior média para o número de folhas vivas por perfilho (NFV) foi alcançada pelo capim-piatã. A DPP aumentou de maneira discreta quando comparada ao período seco. Verificaram-se incrementos médios de 12 e 12,5% no número de perfilhos dos capins Paiaguás e Piatã, nessa ordem. Já para o ângulo das hastes, esta não apresentou diferença significativa entre as gramíneas no período seco, contudo, neste período, observou-se diferença significativa, tendo o capim-paiaguás apresentado maior ângulo em decorrência de sua estrutura mais ereta, propiciada por um pseudocolmo mais robusto. Com relação ao capim-piatã, o ângulo de suas hastes manteve-se semelhante ao período seco.

Tabela 19. Características estruturais dos capins Paiaguás e Piatã durante o período de transição seco/chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					p-valor		
	30	60	90	120	Média	CV(%)	G	G x T
Densidade populacional de perfilhos (perf. vaso⁻¹)								
Paiaguás	21	24	27	27	25a	19,75	26,6*	0,20**
Piatã	12	18	17	18	16b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		-0,001019* + 0,21722* + 11,41667; R ² = 0,97						
Relação lâmina foliar/colmo								
Paiaguás	45	13	04	05	17	28,15	1,73**	0,20**
Piatã	11	12	15	18	14			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		0,004691* - 0,878331* + 50,158750; R ² = 0,98						
Número de folhas vivas por perfilho (n^o)								
Paiaguás	4,1	4,4	4,7	4,3	4,4b	14,51	12,11*	2,31**
Piatã	4,0	5,2	6,7	5,6	5,4a			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		-0,000408* + 0,073039* + 2,201667; R ² = 0,89						
Altura do dossel (cm)								
Paiaguás	38,2	33,8	42,5	41,0	38,8	12,95	1,99**	0,45**
Piatã	33,8	34,8	39,8	35,9	36,0			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		37,4 ± 2,95						
Ângulo das hastes (graus)								
Paiaguás	77,5	90,0	83,2	77,1	81,9a	14,40	10,94*	1,01**
Piatã	73,1	64,4	71,5	60,6	67,4b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		-0,003814* + 0,448006* + 62,9333; R ² = 0,99						

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Para o efeito isolado de lâmina de irrigação, verificou-se comportamento quadrático com ponto de mínimo para a variável F/C e de máximo para as variáveis DPP, NFV e ÂNG, com médias de 09, 23 perfilhos vaso⁻¹, 5,4 folhas perfilho⁻¹ e 76° de ângulo das hastes estimadas nas lâminas de 93, 106, 89 e 59% da Et₀, respectivamente.

A suplementação hídrica derivada das precipitações e as mudanças climáticas já retratadas anteriormente modificaram a estrutura das plantas e bem como atenuou o efeito do tratamento com lâminas de irrigação. A relação F/C mudou expressivamente, sendo observados decréscimos de 94,4 e 94,2% nos regimes de 60 e 90% da Et₀ no capim-paiaguás, respectivamente, enquanto que no capim-piatã constatou-se declínios de 95,3, 96,4 e 97,5% nos regimes de 60, 90 e 120% da Et₀, nessa ordem.

Diante do retratado neste estudo, fica claro os efeitos causados pelos fatores climáticos, edáficos e principalmente do suprimento hídrico na morfofisiologia das plantas forrageiras. Cabe, portanto, o entendimento da interação desses fatores para o manejo correto das forrageiras sem esquecer-se da escolha do genótipo que mais se adeque às condições edafoclimáticas da região.

4. CONCLUSÕES

A cultivar piatã apresenta maior acúmulo de biomassa de lâminas foliares sob o regime de irrigação de 30% da evapotranspiração de referência (E_t) no período seco, contudo, sob este tratamento, permite o mínimo de produção de forragem do capim-paiaguás sem o comprometimento do vigor da rebrotação.

Os maiores regimes de irrigação e a suplementação hídrica não causaram depleção na produção de biomassa de lâminas foliares das duas cultivares avaliadas, indicando boa tolerância das gramíneas também a maiores volumes de água no solo.

De maneira geral, o capim-piatã apresenta as melhores características morfofisiológicas e estruturais em solo de baixa fertilidade e de textura arenosa, especialmente pela maior taxa de alongamento foliar e menor acúmulo de colmo e material morto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3 ed. Bookman, 2013.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; VALLE, C.B. et al. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.12, p.1805-1812, 2008.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.
- FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.funceme.br>. Acesso em: 06/09/2016.
- GOMIDE, J.A.; CÂNDIDO, M.J.D.; ALEXANDRINO, E. As interfaces solo-planta-animal da exploração da pastagem. **IV NEFOR**, UFLA, MG. 2003.

- HOPKINS, W. G. **Introduction to Plant Physiology**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 1999. 512p.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 10/09/2016.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**, Guanabara Koogan. Rio de Janeiro: 2009. 452p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, São Paulo. Editora Rima, 2000. 531p.
- MANZATTO, C.V. Uso agrícola dos solos brasileiros. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2002. 174p.
- MARSCHNER, P. **Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants**, 3rd, Ed. Academic Press, London, 2012.
- MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JR., D. et al. Características morfológicas e estruturais do capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.5, p.1475-1482, 2005.
- MEDEIROS, S.S.; REIS, C.F.; SANTOS JÚNIOR, J.A. et al. Manejo de irrigação do tanque Classe A. **INSA**, 2013. Cartilha, 8p.
- NABINGER, C., PONTES, L. da S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ. 2001. p.755-771.
- PEZZOPANE, C. de G.; SANTOS, P.M.; CRUZ, P.G. et al. Estresse por deficiência hídrica em genótipos de *Brachiaria brizantha*. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.45, n.5, p.871-876, 2015.
- RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. International Plant Nutrition Institute, 2011.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. et al. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG, CFSEMG/UFV, 1999. 359p.
- SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306 p.
- SANTOS, P.M.; CRUZ, P.G.; ARAUJO, L.C. et al. Response mechanisms of *Brachiaria brizantha* cultivars to water deficit stress. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, p.767-773, 2013.

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; VALÉRIO, J. R. et al. *Brachiaria brizantha* cv. Piatã: Uma forrageira para diversificação de pastagens tropicais. **Seed News**, v.11, p.28-30, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6° ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

TILMAN, D.; NAEEM, S.; KNOPS, J. et al. Biodiversity and ecosystems properties. **Science** **12**, v.278, n.5345, p.1865 – 1869, 1997.

CAPÍTULO V

MORFOFISIOLOGIA DO CAPIM-BÚFFEL (cv. Gayndah) CULTIVADO EM SOLO DE TEXTURA MÉDIA, SOB DIFERENTES SUPRIMENTOS HÍDRICOS, NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO

RESUMO

Objetivou-se avaliar as trocas gasosas, o fluxo de biomassa e as características estruturais e de biomassa do capim-búffel cultivar Gayndah em diferentes suprimentos hídricos em solo de textura média. As trocas gasosas foram realizadas em duas fases: estabelecimento, sendo feito um curso diário sob o regime de irrigação de 100% da E_{t_0} ; e nos períodos seco e chuvoso, sob os regimes de lâminas de irrigação de 30, 60, 90 e 120% da E_{t_0} . Para o ensaio de fluxo de biomassa e para as características estruturais e de biomassa foram realizadas em dois períodos: seco e chuvoso sob os regimes de 30, 60, 90 e 120% da E_{t_0} . Com relação ao curso diário de trocas gasosas na fase de estabelecimento, verificou-se relevante redução nos parâmetros fisiológicos apenas após às 14:00 horas. Nos períodos subsequentes, as maiores taxas fotossintéticas foram observados no período chuvoso. No que se refere ao fluxo de biomassa, verificou-se maior filocrono no período chuvoso e comportamento inverso na variável TAIF, em decorrência da recuperação das gramíneas sob os menores regimes de irrigação após o início das precipitações. Já para as características de biomassa e estruturais, verificou-se maior EUA_{BFV} , F/C e NFV no período seco e BFM e ALT no período chuvoso. O regime de 30% da E_{t_0} proporciona a manutenção das gramíneas sem prejuízo ao seu status fisiológico, ao passo que a lâmina de 60% da E_{t_0} promove o suprimento hídrico necessário para a manifestação das melhores repostas morfofisiológicas no período das águas.

Palavras-chave: Eficiência no uso da água, regimes de irrigação, *Pennisetum ciliare*.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the gas exchange, the biomass flow and the structural and biomass characteristics of the buffel grass cv. Gayndah in different water supplies in soil of medium texture. The gas exchanges were carried out in two phases: establishment, being done a daily course under the irrigation regime of 100% of E_{t_0} ; and in the dry and rainy periods, under the irrigation sludge regimes of 30, 60, 90 and 120% of E_{t_0} . For the biomass flow test and for the biomass and structural characteristics were performed in two periods: dry and rainy under the regimes of 30, 60, 90 and 120% of E_{t_0} . Regarding the daily course of gas exchange in the establishment phase, a significant reduction in physiological parameters was observed only after 14:00 hours. In subsequent periods, the highest photosynthetic rates were observed in the rainy season. As regards the biomass flow, it was observed a higher phyllochron in the rainy season and an inverse behavior in the TAlF variable, due to the recovery of the grasses under the lower irrigation regimes after precipitation. For the biomass and structural characteristics, there was a higher EUA_{BFV} , F/C and NFV in the dry period and BFM and ALT in the rainy season. The 30% E_{t_0} regimen provides maintenance of grasses without compromising their physiological status, whereas the 60% E_{t_0} leaf provides the water supply necessary for the manifestation of the best morphophysiological responses in the water period.

Keywords: Efficiency in water use, irrigation regimes, *Pennisetum ciliare*.

1. INTRODUÇÃO

Apesar das adversidades climáticas, a economia da região Semiárida nordestina está ligada diretamente as atividades de agricultura e pecuária e estas são praticadas em sua maioria sob condições de sequeiro, com uma menor parcela da produção sob manejo irrigado, sendo limitado à propriedades com disponibilidade de água. Com alusão à pecuária, fica evidente que o sucesso ou fracasso da produção de forragem para os rebanhos depende especialmente do regime de chuvas que normalmente é distribuído de forma sazonal.

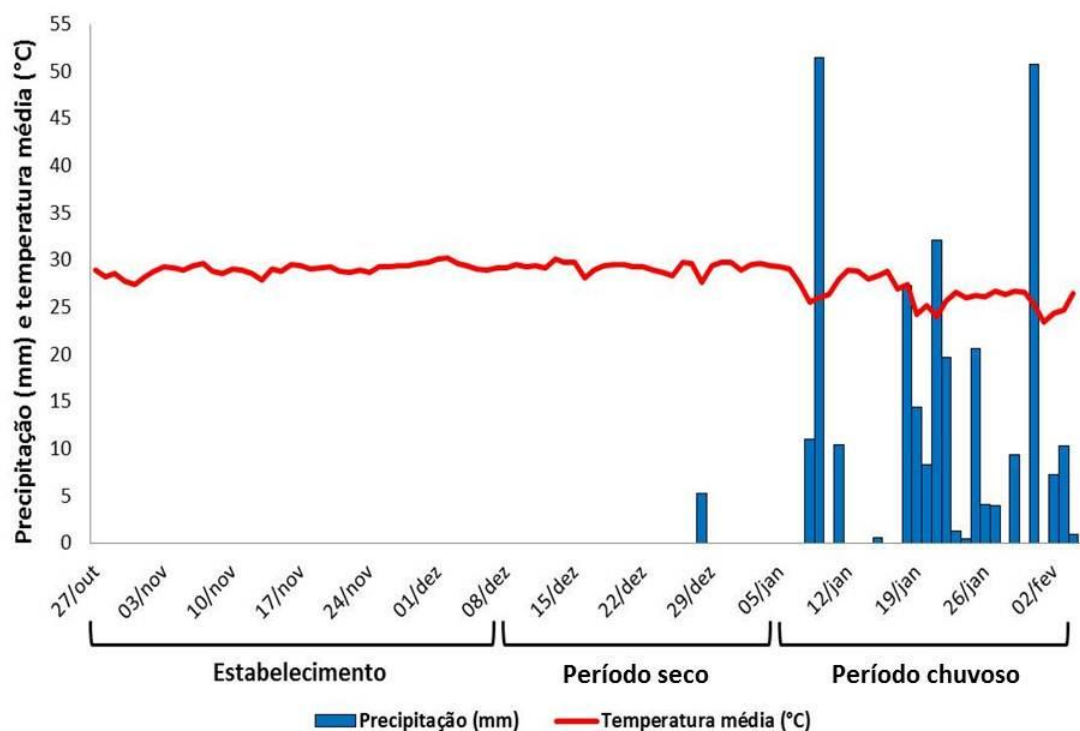
A avaliação de espécies forrageiras adaptadas às condições de Semiárido vem sendo realizada pelos centros de pesquisa nas últimas décadas, contudo os resultados ainda são incipientes, principalmente com menção a avaliação de características estruturais e de biomassa. Podemos citar, como por exemplo, que a relação lâmina foliar/colmo é uma característica estrutural importante de um dossel forrageiro, visto que, um menor número da fração folha em relação ao colmo causa influência no consumo de forragem e eficiência de pastejo (SANTOS et al., 2003). O capim-búffel, como exemplo, é uma gramínea com reconhecido valor forrageiro para regiões semiáridas, por apresentar boa produção de forragem, resistência a longos períodos de estiagem e a baixos regimes de precipitação (OLIVEIRA et al., 1993), contudo, poucos são os estudos relacionados a sua morfofisiologia. Assim como no Nordeste, em outras regiões brasileiras, têm sido utilizado com sucesso gramíneas em condições de estresse hídrico, como as do gênero *Urochloa* e *Megathyrsus*. No entanto, poucos são os estudos voltados à produção de forragem de gramíneas tropicais em regimes de lâminas de irrigação. Ademais, a intensificação do sistema de produção de forragem vem a ser alternativa pertinente para minimizar a sazonalidade de oferta de alimento para os rebanhos, ao passo que, identificar genótipos mais tolerantes e produtivos sob menores regimes hídricos, visa garantir a produção de biomassa vegetal e a pecuária em regiões secas.

Nesse sentido, com o propósito de incrementar e assegurar a produção de forragem nas condições edafoclimáticas do Semiárido Brasileiro, objetivou-se avaliar as características estruturais do capim-búffel implantado em solo de textura média e manejadas sob o regime de lâminas de irrigação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

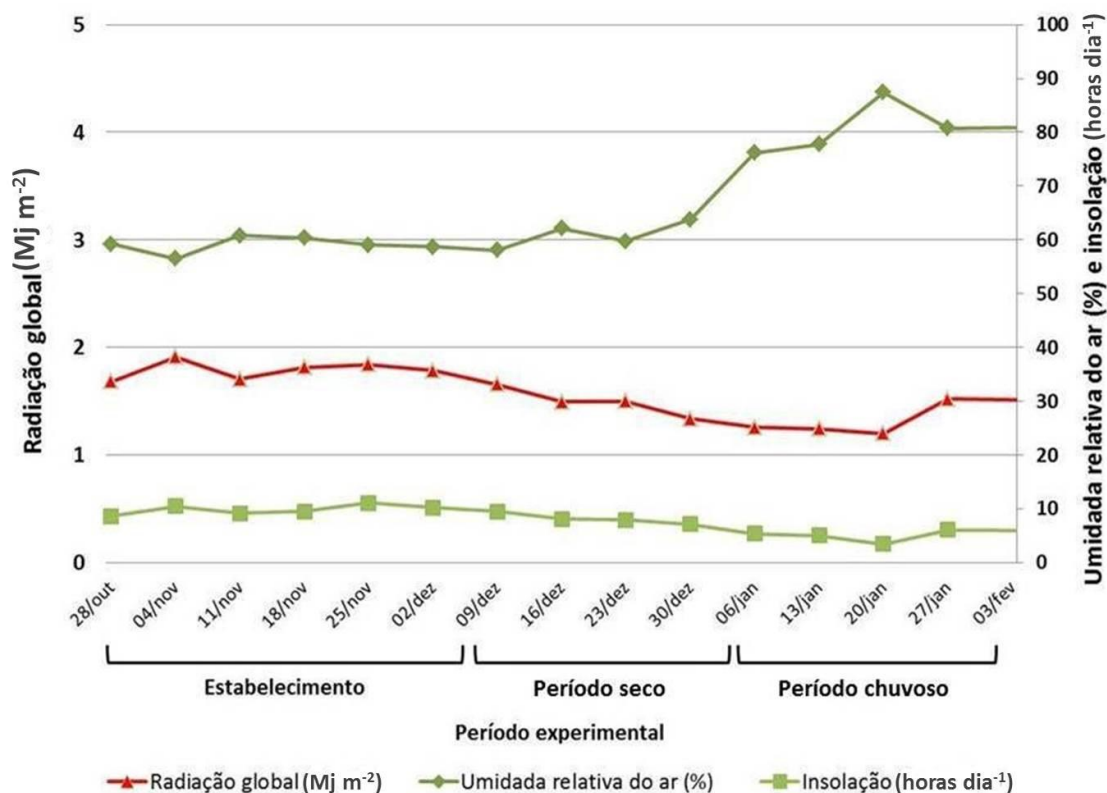
O experimento foi conduzido na Fazenda Três Lagoas, pertencente à Embrapa Caprinos e Ovinos situada em Sobral – CE, sob coordenadas geográficas de 3°45'00.77" latitude sul, longitude a oeste de Greenwich de 40°20'38.55" e altitude aproximada de 101 metros em relação ao nível do mar. O clima da cidade de Sobral, segundo classificação de Köppen - Geiger, é do tipo Aw', Semiárido quente, com chuvas compreendidas no período verão-outo; com precipitações e temperaturas médias de 912,0 mm e 28,5°C, respectivamente (FUNCEME, 2016). As atividades experimentais abrangeram o período de setembro de 2015 a fevereiro de 2016. Os dados de temperatura média, precipitação, umidade relativa, radiação e insolação encontram-se nas Figuras 1 e 2 (INMET, 2016).

Figura 1 - Médias semanais de temperatura média e precipitação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos



Fonte: INMET, 2016.

Figura 2 - Médias semanais de radiação global, umidade relativa do ar e insolação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos



Fonte: INMET, 2016.

O ensaio foi conduzido em vasos a pleno sol. Utilizou-se como substrato a camada de 0-0,2 m de um solo do tipo Luvisolo Crômico Órtico (SANTOS et al., 2006) coletado nas dependências da unidade da Embrapa Caprinos e Ovinos, sob coordenadas geográficas de 3°45'25.75" latitude sul e 40°20'50.94" longitude a oeste de Greenwich. As análises química e granulométrica do solo Luvisolo encontram-se na Tabela 1. Como procedimento de colheita, foi realizada a limpeza superficial da área para retirada da serrapilheira e coleta do solo. Logo em seguida, o solo passou por destorroamento e peneiramento para eliminação de partes grosseiras e materiais estranhos. Os vasos foram preenchidos com 7,5 dm³ de solo e alocados em bancadas de metal (Figura 3).

A partir dos resultados da análise de solo procederam-se as correções de acordo com o Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – RIBEIRO et al., (1999). O solo foi corrigido para P (30 kg ha⁻¹ ou 15 mg dm³) utilizando como fontes deste nutriente o superfosfato simples (18% de P₂O₅). Convertendo os valores para o volume do solo de 7,5 dm³, utilizou-se 0,625g de P₂O₅ por vaso em única aplicação. A prática da calagem não foi necessária tendo em conta a saturação por bases de 71%,

atendendo as exigências das gramíneas (RIBEIRO et al., 1999). O solo foi ainda corrigido para micronutrientes com uma dose equivalente de 50 kg ha⁻¹ ou 0,19 gramas vaso⁻¹, tendo como fonte dos nutrientes o formulado FTE BR-12.

Figura 3 - Visão geral da área experimental



Tabela 1. Atributos químicos e granulométricos da camada de 0-0,2 m do solo Luvissole

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H + Al	Al	SB	CTC
H ₂ O	g dm ⁻³	---mg dm ⁻³ ---		-----mmol _c dm ⁻³ -----					
6,2	18	32	183	40	15	25	0	55,7	84,9
V	S	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
%		-----mg dm ⁻³ -----							
71	4	6	0,21	0,5	8	11,8	0,85		
Argila		Silte	Areia total		Areia grossa		Areia fina		
-----g kg ⁻¹ -----									
189		181	630		320		310		

pH – potencial hidrogeniônico; M.O. – matéria orgânica (baixo); P – fósforo (muito bom); K – potássio (muito bom); Ca – cálcio (bom); Mg – magnésio (bom); H + Al – acidez potencial (baixo); Al – alumínio; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca de cátions; V – saturação por bases; S – enxofre; Na – sódio; B – boro (baixo); Cu – cobre (baixo); Fe – ferro (muito baixo); Mn – manganês (bom); Zn – zinco (baixo). (RIBEIRO et al., 1999).

Fase de estabelecimento

As gramíneas foram transplantadas para os vasos através de mudas produzidas em casa de vegetação (Figura 4a). Tal medida foi tomada diante do constante ataque de pássaros (Figura 4b), o que inviabilizou o estabelecimento das gramíneas por meio de sementes. As mudas foram transplantadas 10 dias após a germinação (Figura 5).

Figura 4 - Produção das mudas das gramíneas em casa de vegetação (a) e detalhe para o ataque de pássaros (b)

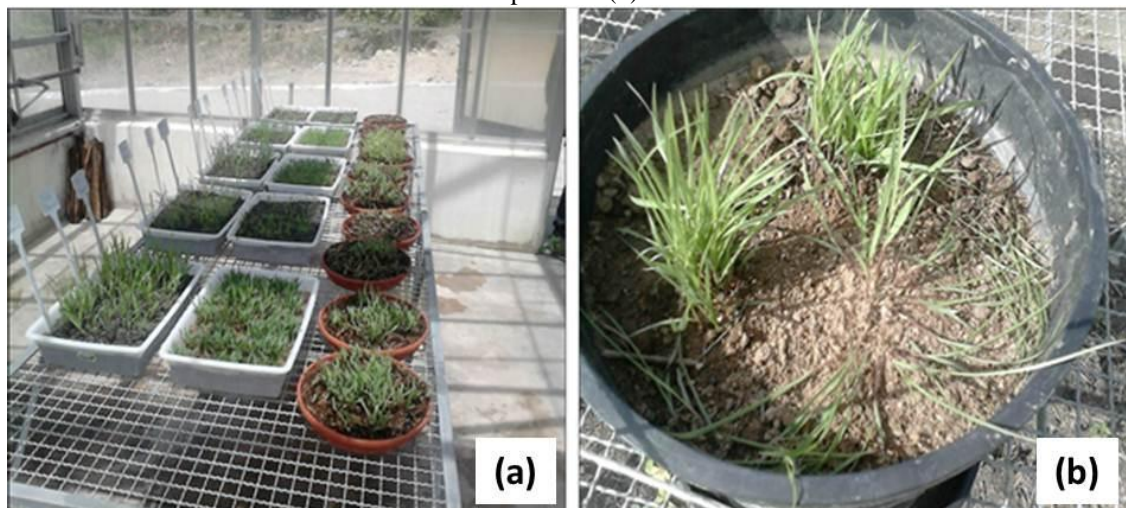
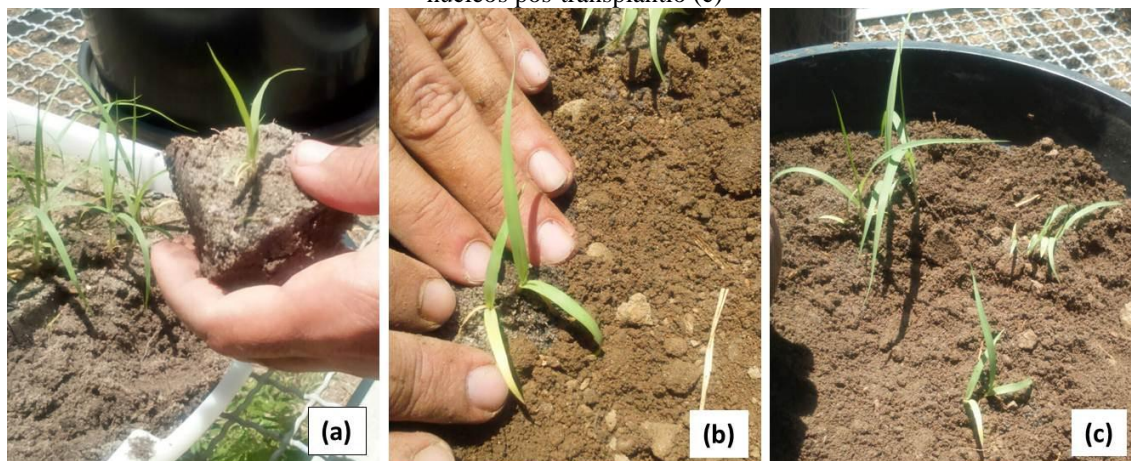


Figura 5 - Retirada das plântulas de capim-búffel das bandejas (a), transplantio (b) e detalhe para os núcleos pós-transplântio (c)



A aplicação de adubo nitrogenado foi realizada sete dias após o transplantio das plântulas tendo como fonte de nitrogênio a uréia (45% de nitrogênio). O adubo foi aplicado via água de irrigação para evitar perdas por volatilização. Foi utilizada uma dose equivalente a $90 \text{ kg ha}^{-1}\text{ciclo}$ ou 45 mg dm^3 de N, perfazendo uma aplicação de 0,74 gramas de uréia para o volume de solo de $7,5 \text{ dm}^3$. A adubação foi parcelada de duas aplicações, sendo a segunda metade aplicada 10 dias após a primeira.

A lâmina de irrigação utilizada na fase de estabelecimento segue como parâmetro a evaporação diária coletada do Tanque Classe ‘A’ (MEDEIROS et al, 2013) para posterior estimativa da evapotranspiração de referência (E_{t0}). O Tanque Classe ‘A’ é pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET – Estação Sobral), distante do local experimental aproximadamente 489 metros.

O cálculo da lâmina de irrigação utilizada no período de estabelecimento (100% da evapotranspiração de referência – E_{t0}) é composto pelo produto da equação:

$$E_{t0} = K_p * E_t$$

Em que,

E_{t0} : Evapotranspiração de referência;

K_p : Coeficiente do tanque Classe ‘A’, adimensional, e;

E_t : Evaporação do tanque, mm dia⁻¹.

Para a correção do volume de água a ser aplicado em função do volume de solo, efetuou-se a multiplicação do produto da E_{t0} pela área do vaso, conforme a equação abaixo:

$$\text{Lâmina de irrigação} = E_{t0} * \text{área do vaso}$$

A coleta dos dados de evaporação obtidas pelo tanque Classe ‘A’ foi realizada diariamente por volta de 08:30 horas. Após 42 dias de estabelecimento, procedeu-se o corte das gramíneas finalizando o tratamento com a lâmina de 100% da E_{t0} . O croqui experimental da fase de estabelecimento encontra-se na figura 4

Crescimento do capim-búffel nos períodos seco e chuvoso

Logo em seguida ao corte equivalente a 2/3 das folhas, após o período de crescimento de 26 dias, as gramíneas foram submetidas ao tratamento com quatro lâminas de irrigação: 30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (E_{t0}). O croqui experimental encontra-se na figura 5.

Figura 6 - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal na fase de estabelecimento do capim-búffel sob o tratamento com a lâmina de 100% da E_{t0} . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo

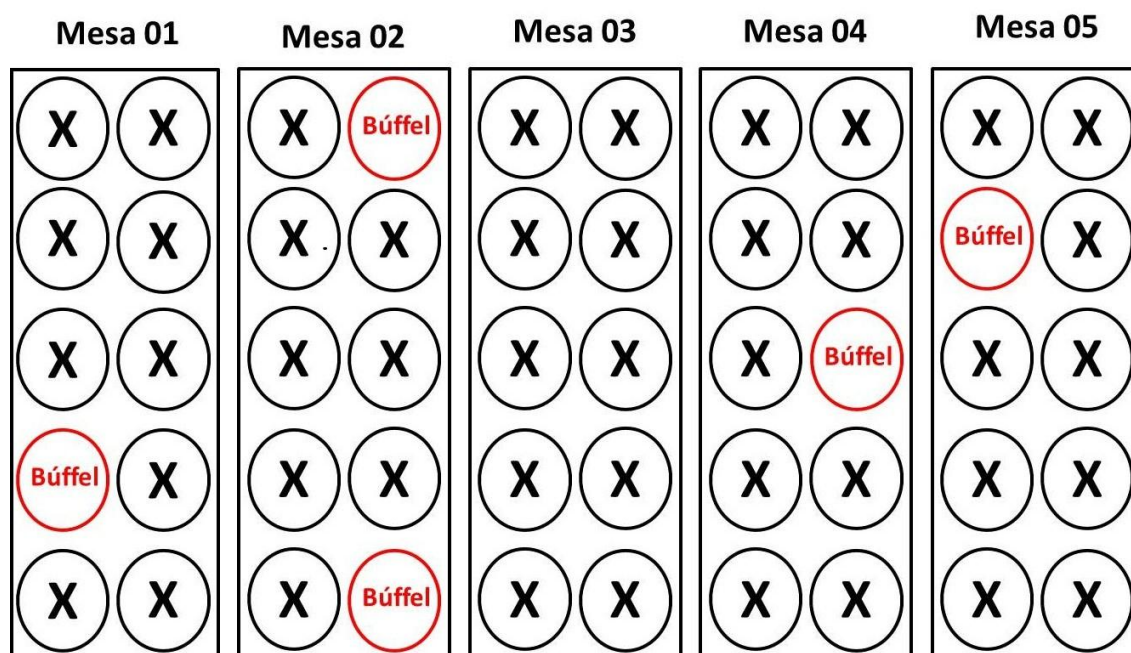
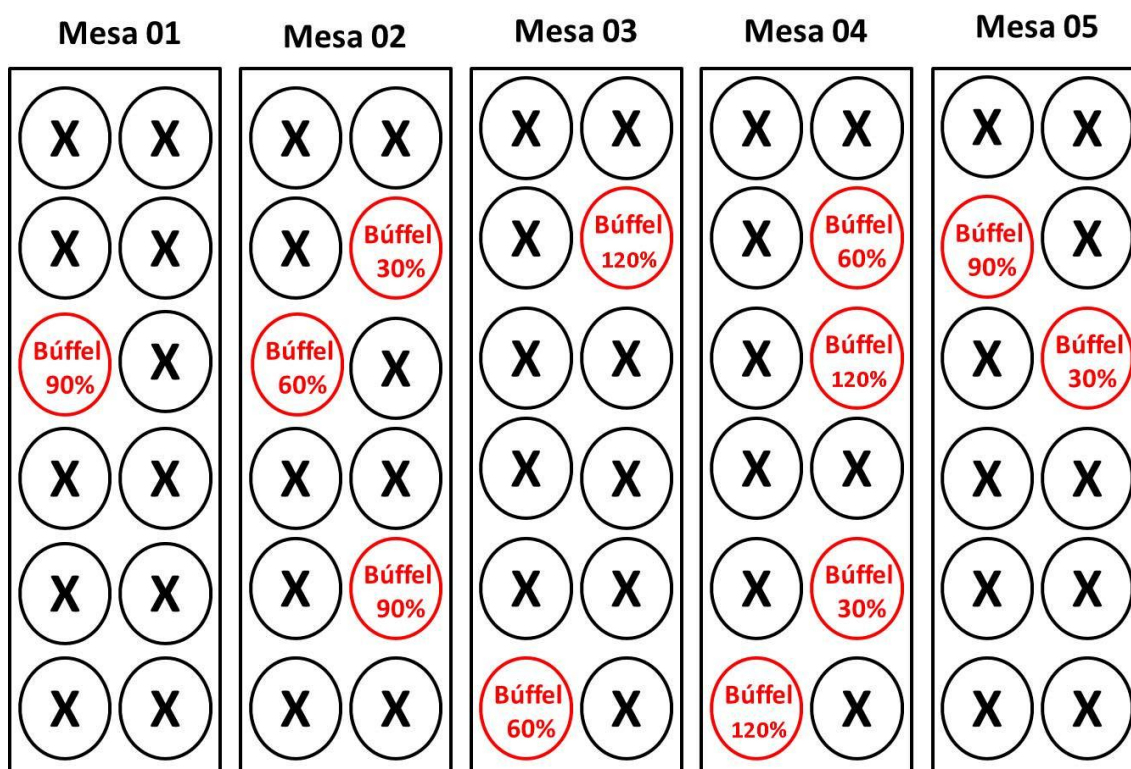


Figura 7 - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal durante os períodos seco e chuvoso do capim-búffel sob os tratamentos com as lâminas de irrigação de 30, 60, 90 e 120% da E_{t0} . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo



Para a estimativa do fim do período de crescimento, foi adotado como critério a estabilização do número de folhas vivas por perfilho (NFV) das gramíneas sob o tratamento com a lâmina de 90% da E_{t0} durante o período seco. A escolha da lâmina de 90% da E_{t0} leva em consideração o volume hídrico que mais se aproxima daquele utilizado na fase de estabelecimento (100% da E_{t0}).

Para o manejo da irrigação foram adotados os mesmos procedimentos tomados na fase de estabelecimento. A adubação nitrogenada (15 mg de N dm^{-3} de solo) foi aplicada via água de irrigação imediatamente após o corte das gramíneas.

Ensaio I - Avaliação das trocas gasosas

As avaliações de trocas gasosas foram realizadas por intermédio do analisador de CO_2 por infravermelho, IRGA modelo LCpro-SD (ADC Bioscientific Ltd Hoddesdon, Hertfordshire, UK). Na fase de estabelecimento as análises foram realizadas ao término do período (42 dias) onde foi realizado um curso de diário de trocas gasosas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições.

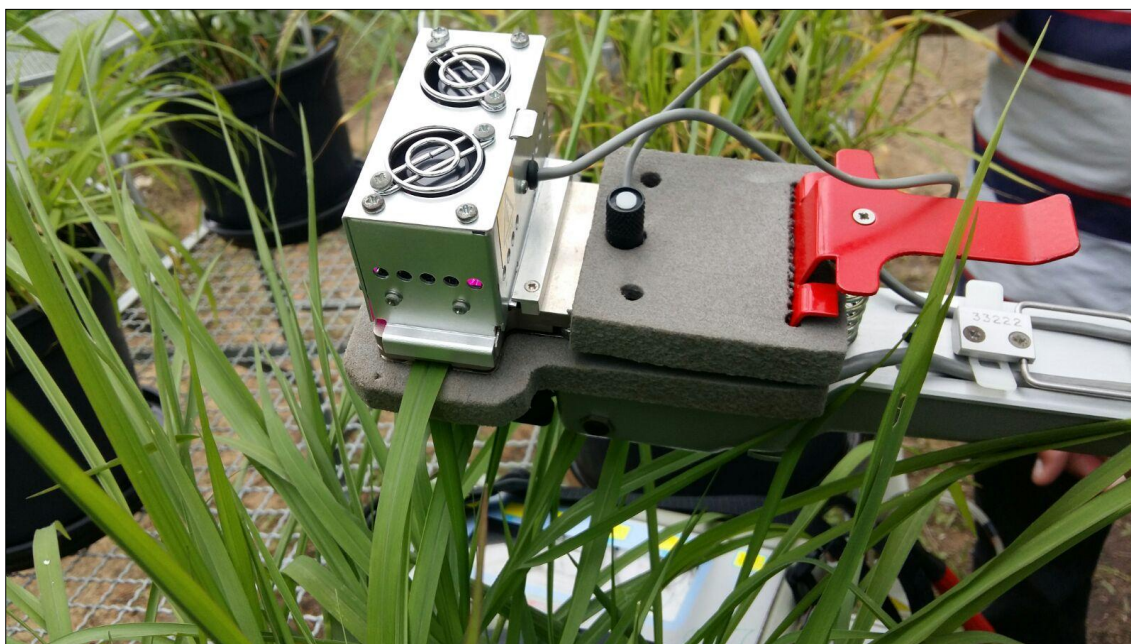
Os dados climatológicos de temperatura do ar, umidade relativa, radiação e velocidade do vento aferidos a cada período de coleta (horas) encontram-se na Tabela 2. Para cada vaso (unidade experimental) foi escolhido um perfilho, tomando a porção mediana da folha recém-expandida para a leitura do aparelho. (Figura 6).

Tabela 2. Temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação e velocidade do vento, registrados a cada horário de coleta durante a aferição das trocas gasosas do capim-búffel na fase de estabelecimento

Período do dia (horas)	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Radiação ($Mj\ m^{-2}$)	Vento ($m\ s^{-1}$)
8	22,8	83	1,088	0,0
10	27,0	68	1,975	0,4
12	31,0	54	1,751	3,9
14	34,2	39	1,694	4,2
16	36,0	31	0,176	5,1

Fonte: INMET, 2016.

Figura 8 - Detalhe da aferição das trocas gasosas na porção mediana da folha



Nas fases seguintes (período seco e período chuvoso), o delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizados em esquema de parcelas subdivididas, tendo os períodos as parcelas (período seco e período chuvoso) e as lâminas de irrigação as subparcelas (30, 60, 90 e 120% da E_{t0}), com três repetições.

As leituras durante o tratamento com o regime de lâminas de irrigação foram realizadas no 10º dia após o corte correspondente ao início de cada ciclo de crescimento, adotando os mesmos cuidados tomados na fase de estabelecimento. As leituras foram realizadas sempre logo após a irrigação das plantas, por volta de 9:00 e 10:00 da manhã.

Foram analisadas as variáveis, temperatura da folha (TFOL, °C), concentração interna de CO_2 na folha (C_i , ppm), taxa de transpiração foliar (E , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e taxa de fotossíntese foliar (A , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Os dados foram analisados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. Para o efeito de tempo, na fase de estabelecimento e de lâmina de irrigação nos períodos seco e chuvoso, foi realizada análise de regressão baseado em modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Para o efeito de período, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e a interação (período x lâmina de irrigação) foi desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. Como ferramenta de auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

Ensaio II – Avaliação do fluxo de biomassa

Na fase de estabelecimento, após a aclimação das gramíneas pós-transplante, procedeu-se o desbaste para permanência de três plantas por vaso. Cada perfilho foi identificado com uma haste de cor diferente para o ensaio de morfogênese. Para cada perfilho identificado, foi mensurado o comprimento da lâmina foliar a partir da lígula exposta, quando a folha encontrava-se completamente expandida, e da lígula da folha imediatamente inferior, quando se tratava de uma folha em expansão. O comprimento total da folha é dividido em fração verde e fração morta, sendo este último obtido por diferença do comprimento total. A altura das hastes foi obtida através da aferição do comprimento da lígula da última folha expandida em relação ao solo. O intervalo de avaliação deu-se a cada três dias.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas tendo os períodos (seco e chuvoso) as parcelas e as lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da E_{t0}) as subparcelas, com três repetições.

Através do acompanhamento do fluxo de biomassa das forrageiras, foi possível estimar a taxa de alongamento das folhas (TAIF = $\text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$), das hastes (TAIH = $\text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$), de senescência foliar (TSF = $\text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$) e filocrono, variável que mostra o tempo necessário, em dias, até a completa expansão da folha, o qual é observado com a exposição da lígula.

Os dados foram analisados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. Para o efeito de lâmina de irrigação, foi realizada análise de regressão baseado em modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Para o efeito de período, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e a interação (período x lâmina de irrigação) desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. Como ferramenta de auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

Ensaio III- Avaliação das características estruturais e de biomassa

Ao término de cada período de crescimento (seco e chuvoso) foram realizadas as seguintes mensurações anteriores ao corte das gramíneas: altura do dossel (ALT), número de folhas vivas por perfilho (NFV) e densidade populacional de perfilhos (DPP).

A altura do dossel foi auferida com o auxílio de uma régua, sendo tomadas cinco alturas aleatoriamente em cada repetição (vaso) partindo do solo até o encontro da régua

com a curvatura das folhas no dossel. O número de folhas vivas por perfilho foi obtido mediante contagem das folhas de cinco perfilhos aleatoriamente para cada repetição (vaso). Para folhas truncadas resultantes de ciclos anteriores e folhas em emergência, ou seja, aquelas que não apresentaram a exposição da lígula foram consideradas o valor de 0,5 folhas.

A densidade populacional de perfilhos foi contabilizada em cada vaso (repetição), a cada intervalo de avaliação. Foi também avaliado o ângulo das hastes (ÂNG), que é conseguido mediante mensuração do comprimento das hastes verticalmente a partir da lígula da última folha expandida em relação ao solo e, horizontalmente, correspondendo ao comprimento da inserção da gramínea á altura da última lígula exposta.

Logo em seguida foi realizado o corte de 2/3 das folhas das gramíneas. O material colhido foi pesado e fracionado em folha, colmo e material morto para determinação das biomassas de lâmina foliar verde (BLV), de colmo verde (BCV), de forragem morta (BFM) e relação lâmina foliar/colmo (F/C). Após o fracionamento, o material foi pesado, acondicionado em sacos de papel, levado a estufa a 55°C até peso constante e pesado novamente.

A eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde (EUA_{BFV}) ao qual considera as frações folha e colmo, foi obtida através da razão entre a biomassa de forragem verde ($g\ vaso^{-1}$) e a quantidade de água (mm) correspondente a cada tratamento com lâmina de irrigação.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas tendo os períodos (seco e chuvoso) as parcelas e as lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da Et_0) as subparcelas, com três repetições.

Os dados foram analisados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. Para o efeito de lâmina de irrigação, foi realizada análise de regressão baseado em modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Para o efeito de período, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e a interação (período x lâmina de irrigação) foi desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. Como ferramenta de auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Trocas gasosas

3.1.1 Trocas gasosas na fase de estabelecimento

Verificou-se efeito de tempo em todos os parâmetros fisiológicos no curso diário de trocas gasosas do capim-búffel durante a fase de estabelecimento. Observou-se comportamento quadrático com ponto de máximo para as variáveis TFol, E, gs e A e com ponto de mínimo para a variável Ci, com médias estimadas de 44,9°C de temperatura, 4,47, 0,081, 15,29 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e 10,0 ppm de CO₂ sob os horários de 12:12, 12:29, 11:14, 11:26 e 11:22 horas, respectivamente.

A menor concentração interna de CO₂ estimada nos horários de maior pico de radiação (Tabela 2) é resultado da utilização do CO₂ acumulado no mesófilo da folha para uso na fotossíntese, tal assertiva é ratificada pela maior taxa fotossintética observada no mesmo período (Tabela 3). Contudo, ao final do curso diário, verificou-se uma diminuição acentuada de todos os parâmetros fisiológicos. É pertinente ressaltar que o teor de umidade do solo ao final do dia poderia está baixo o suficiente para a planta acionar o mecanismo estomático a fim de evitar a dessecação.

De fato, às 16:00 horas foi verificado a menor condutância estomática, ou seja, houve o maior fechamento dos estômatos e portanto, menor transpiração foliar, minimizando a perda de água pela planta. A diminuição da radiação incidente em quantidade e qualidade pode também ter contribuído para o decréscimo dos parâmetros fisiológicos do capim-búffel, uma vez que o controle da abertura estomática também é afetado pela luz (KERBAUY, 2004) e, sem esta, não haverá realização da fotossíntese pela planta, o que pode explicar o maior acúmulo de CO₂ no interstício foliar (Tabela 3). Já para a temperatura da folha, quando o sol encontra-se a pino, ou seja, está no zênite (altura de 90°), a insolação é máxima, ocasionando uma maior densidade de energia o que explica a maior temperatura da folha estimada ao meio dia.

Tabela 3. Curso diário de trocas gasosas do capim-búffel durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Tempo (hora)							Equações (efeito de tempo)
8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	CV(%)	F	
Temperatura da folha (TFol; °C)							
35,5	42,3	43,9	44,4	35,9	4,26	32,15*	-0,566786* + 13,7498* - 38,4228; R ² = 0,95
Concentração interna de CO₂ (Ci; ppm)							
59,8	67,7	30,5	45,5	295,2	79,27	9,70*	9,5687* - 207,2175* + 1131,92; R ² = 0,83
Taxa de transpiração foliar (E; μmol m⁻² s⁻¹)							
1,69	3,39	3,83	4,78	0,57	32,13	17,07*	-0,201964* + 4,804643* - 24,099; R ² = 0,79
Condutância estomática (gs; μmol m⁻² s⁻¹)							
0,062	0,070	0,070	0,082	0,012	38,37	7,24*	-0,002571* + 0,05731* - 0,2377; R ² = 0,75
Taxa de fotossíntese foliar (A; μmol m⁻² s⁻¹)							
11,22	12,26	13,42	15,81	1,96	33,80	10,26*	-0,509857* + 11,4887* - 49,4273; R ² = 0,71

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.1.2 Trocas gasosas nos períodos seco e chuvoso

Verificou-se interação (período x lâmina de irrigação) para as variáveis concentração interna de CO₂ (Ci) e taxa de transpiração foliar (E) do capim-búffel durante os períodos seco e chuvoso (Tabela 4). Com relação ao efeito isolado período, as maiores médias de temperatura foliar (TFol) e de taxa de transpiração foliar (E) foram aferidas no período seco. Por outro lado, as maiores médias de concentração interna de CO₂ (ppm), condutância estomática (gs) e taxa de fotossíntese foliar foram observadas no período de chuvoso.

A variação nas condições climáticas do exato dia de avaliação das trocas gasosas nos períodos seco e chuvoso pode explicar a diferença nos parâmetros fisiológicos do capim-búffel. Verificaram-se decréscimos de 37,6, 7,9 e 6,7% no número de horas de sol, na temperatura média e na radiação global, respectivamente e aumento de 26,8% na umidade relativa do ar, o que pode explicar a diminuição de 4,4, e 18,6% na temperatura média da folha e na taxa de transpiração foliar no período das águas (Tabela 4). As melhores condições climáticas favoreceram uma maior abertura estomática e consequente maior atividade fotossintética, uma vez que a radiação global não sofreu decréscimos significativos.

Vale destacar, que apesar de ser realizada de forma pontual, os dez dias que antecederam a aferição das trocas gasosas no período chuvoso pode ter favorecido uma

melhora significativa do status morfofisiológico das gramíneas, especialmente daquelas sob os menores tratamentos de irrigação, posto que foi verificado um total precipitado de 100,6 mm de chuva, o que equivale a uma suplementação de aproximadamente 5,3 litros vaso⁻¹.

Para o efeito isolado de lâmina de irrigação, constatou-se efeito linear crescente para as variáveis C_i e g_s e quadrático com ponto de máximo para a variável A , com 77,3 ppm, 0,129 e 17,71 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, estimados na lâmina de irrigação de 120% da E_{t_0} , respectivamente. A despeito de não ser detectado interação para a variável C_i , observa-se uma discrepância (84%) em relação ao tratamento de 30% da E_{t_0} .

Sabe-se que a diminuição da C_i no interstício foliar pode está associada ao maior consumo deste pela atividade fotossintética (PAN et al., 2004; POMPEU et al., 2010), contudo observa-se uma elevada C_i (122,3 ppm) no período chuvoso que está relacionada a uma taxa fotossintética semelhante àquela alcançada pelas gramíneas sob o regime de 60% da E_{t_0} , com uma concentração interna de CO_2 inferior em 47,7%. As gramíneas sob os regimes de 30% da E_{t_0} , no período seco, apresentaram reduzida atividade morfofisiológica, o que pode ter levado o acúmulo de reservas orgânicas (BOTREL et al., 1998) durante todo o período de crescimento, propiciando rápida recuperação do status fisiológico após o início das precipitações. Dessa forma, uma biomassa vegetal composta de folhas jovens apresenta maior capacidade fisiológica, podendo explicar a elevada atividade fotossintética mesmo com maior concentração de CO_2 no mesófilo foliar.

Para o efeito lâminas de irrigação em relação às demais variáveis fisiológicas, observou-se maiores respostas quando as plantas foram submetidas ao regime de 120% da E_{t_0} em consequência do período seco, onde é possível notar incrementos a cada aumento nos regimes hídricos, enquanto que no período chuvoso, esses efeitos foram, em parte, suprimidos pela precipitação.

Quando há um maior suprimento hídrico (condição observada nos tratamentos com as maiores lâminas de água) e disponibilidade de radiação em quantidade e qualidade, favorece uma alta atividade fotossintética das folhas demandando maiores quantidades de CO_2 , o que exige a maior permanência da abertura estomática e inevitavelmente perdas de água por transpiração. Por outro lado, em situação inversa, os poros estomáticos permanecem parcialmente abertos nos horários mais amenos do dia ou mesmo fechados em condições mais severas de escassez hídrica, o que diminui

consideravelmente a taxa fotossintética e as perdas de água por transpiração (GLENN et al, 2000).

Tabela 4. Trocas gasosas do capim-búffel durante os períodos seco e chuvoso sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (% E_t)

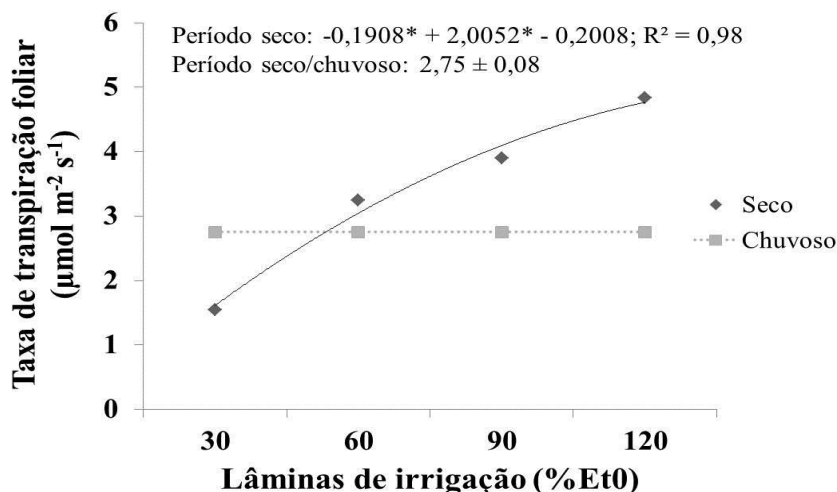
Período	Lâminas de irrigação (% E_t)					p-valor		
	30	60	90	120	Média	CV(%)	P	P x L
Temperatura da folha (TFol; °C)								
Seco	40,7	40,9	40,4	40,6	40,6a	2,03	89,52*	0,60**
Chuvoso	36,7	38,2	37,1	38,3	37,6b			
Equação (efeito de lâmina de irrigação)				39,1 ± 1,73				
Concentração interna de CO₂ (Ci; ppm)								
Seco	19,5	46,6	71,0	88,0	56,2b	7,02	256,44*	4,24**
Chuvoso	122,3	64,0	106,0	67,0	89,8a			
Equação (efeito de lâmina de irrigação)				0,095278* + 65,916667; R ² = 0,62				
Taxa de transpiração foliar (E; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)								
Seco	1,54	3,24	3,89	4,83	3,38a	4,77	109,92*	3,43*
Chuvoso	2,65	2,86	2,73	2,77	2,75b			
Condutância estomática (gs; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)								
Seco	0,030	0,076	0,100	0,140	0,086b	20,70	19,69*	1,47**
Chuvoso	0,136	0,123	0,130	0,116	0,126a			
Equação (efeito de lâmina de irrigação)				0,000500* + 0,069167; R ² = 0,99				
Taxa de fotossíntese foliar (A; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)								
Seco	6,29	12,63	17,24	19,14	13,83b	6,77	44,24*	2,54**
Chuvoso	16,23	16,31	16,45	17,53	16,63a			
Equação (efeito de lâmina de irrigação)				-0,000755* + 0,183672* + 6,549167; R ² = 0,99				

Médias seguidas de letras distintas diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

No tocante a variável E, verificou-se comportamento quadrático para o período seco, com média estimada de $5,25 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ sob o regime de irrigação de 120% da E_t . A taxa de transpiração foliar do capim-búffel durante o período chuvoso não foi influenciada pelos tratamentos lâminas de irrigação (Figura 9). O aumento da taxa transpiratória no período seco de forma ascendente é resultado da maior disponibilidade hídrica propiciada pelos maiores regimes de irrigação, o que permite a abertura estomática para atividade fotossintética sem ocasionar desidratação excessiva. No período chuvoso, por sua vez, a precipitação (110,6 mm) garantiu umidade suficiente no solo, além de causar diminuição da temperatura (6,7%), radiação (50%) e aumento da

umidade relativa do ar (19,7%) nos dias que antecederam a avaliação das trocas gasosas, inibindo o efeito lâminas de irrigação.

Figura 916 - Taxa de transpiração foliar (E) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)), em dois períodos (seco e chuvoso)



3.2 Fluxo de biomassa nos períodos seco e chuvoso

Verificou-se interação (período x lâminas de irrigação) para as variáveis taxa de alongamento foliar (TAIF) e taxa de alongamento das hastas (TAIH) do capim-búffel durante os períodos seco e chuvoso (Tabela 5). Com relação ao efeito isolado gramínea durante o período chuvoso, foi observado aumento no filocrono de 41,3% em relação o período seco.

Ainda que se tenha constatado, de maneira geral, uma melhoria no estado fisiológico do capim-búffel no período chuvoso, especialmente pelo incremento na taxa fotossintética, o número de dias necessários para o surgimento de uma nova folha foi inferior se comparado ao período seco (32,4, 33,8, 48,8 e 46,0% nos regimes de 30, 60, 90 e 120% da Et₀, nessa ordem), o que remete à baixa adaptação do capim-búffel à elevadas precipitações (DANTAS NETO et al., 2000) e à solos de textura mais pesada quando foi observado algumas folhas com aspecto clorótico. A clorose foliar pode ser ocasionada por fatores como doenças, excesso de água no solo e deficiência mineral (KAWASE, 1974), no entanto, o solo em estudo apresentava boa fertilidade (Tabela 1), além de corrigido e adubado com dose elevada de nitrogênio, sugerindo o excesso de umidade como causador do efeito negativo no filocrono.

Tabela 5. Fluxo de biomassa de biomassa do capim-búffel durante os períodos seco e de chuvoso sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Período	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					p-valor		
	30	60	90	120	Média	CV(%)	P	P x L
Taxa de alongamento foliar (cm perf¹ dia⁻¹)								
Seco	0,76	1,72	2,45	3,18	2,03	54,58	1,63**	10,49*
Chuvoso	1,88	1,70	1,32	1,19	1,52			
Taxa de alongamento das hastes (cm perf¹ dia⁻¹)								
Seco	0,03	0,26	0,37	0,65	0,32	74,53	0,71**	5,43*
Chuvoso	0,71	0,43	0,42	0,13	0,42			
Taxa de senescência foliar (cm perf¹ dia⁻¹)								
Seco	0,37	0,53	0,89	1,79	0,90	15,11	9,81**	2,81**
Chuvoso	1,64	0,93	0,90	0,88	1,09			
Equação (efeito de lâmina de irrigação)				0,99 ± 0,25				
Filocrono (dias)								
Seco	4,8	4,1	4,2	4,7	4,4b	14,56	75,89*	1,70**
Chuvoso	7,1	6,2	8,2	8,7	7,5a			
Equação (efeito de lâmina de irrigação)				6,0 ± 0,6				

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

No que se refere à taxa de alongamento foliar (TAIF), observou-se comportamento quadrático para os períodos seco e chuvoso, com as maiores médias de 3,17 e 0,97 cm perfilho dia⁻¹, estimadas nas lâminas de irrigação de 120 e 30% da Et₀, respectivamente.

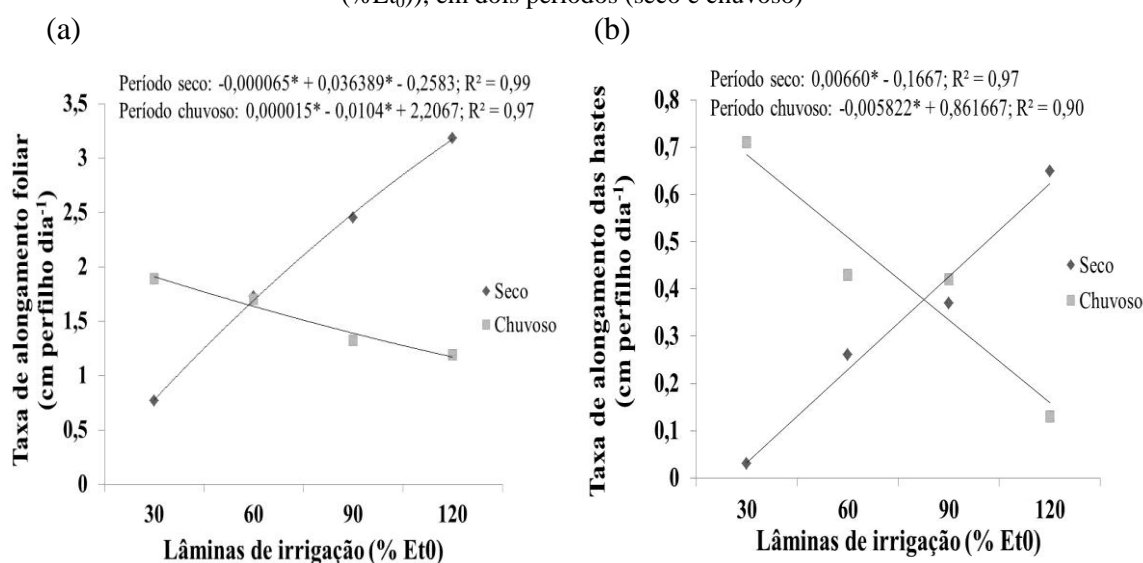
Já para a variável taxa de alongamento das hastes (TAIH), foi observado comportamento semelhante, de modo linear crescente e decrescente para os períodos seco e chuvoso, com as maiores médias de taxa de alongamento das hastes de 0,62 e 0,68 cm perfilho dia⁻¹ estimadas para as lâminas de irrigação de 120 e 30% da Et₀, respectivamente.

Na figura 10, é possível visualizar claramente a baixa tolerância do capim-búffel ao excesso de água no solo. Analisando detalhadamente a cada lâmina de irrigação, percebe-se que a partir do regime de 60% da Et₀, principia os distúrbios fisiológicas que culminam na redução da TAIF no período chuvoso (Figura 10a). Assim, é factível assumir que o regime de 60% da Et₀ seria aquele capaz de manter uma produção mínima de forragem no período seco sem trazer prejuízos fisiológicos quando adotado no período das águas. Conforme já discutido, o regime de 30% da Et₀ quando utilizado

no período seco não oferece umidade suficiente para o crescimento do capim-búffel, contudo oferece o suprimento hídrico mínimo para manutenção das gramíneas sem que ocorra em prejuízo para sua recuperação morfofisiológica na época chuvosa, como pode ser verificado na maior TAlF dentre as lâminas de irrigação no período chuvoso.

O mesmo é válido para explicar a taxa de alongamento das hastes do capim-búffel, a não ser pelo fato de que a TAlH é desencadeada pelo florescimento desta cultivar. Como dito, o encharcamento do solo parece ter prejudicado de maneira expressiva o capim-búffel pela influência negativa no florescimento. Durante o período chuvoso, foram aferidos 100, 66, 44 e 22% de perfilhos reprodutivos nos tratamentos de 60, 30, 90 e 120% da E_{t0} , respectivamente. A menor presença de perfilhos reprodutivos nas maiores lâminas de irrigação corrobora para ser um indicador da baixa tolerância desta forrageira ao excesso de água no solo.

Figura 10 - Taxa de alongamento foliar (TAlF) (a) e taxa de alongamento das hastes (TAlH) (b) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_{t0})), em dois períodos (seco e chuvoso)



3.3 Características de biomassa e estruturais nos períodos seco e chuvoso

Constatou-se interação (período x lâminas de irrigação) para as variáveis biomassa de lâmina foliar verde (BLV), de colmo verde (BCV) e eficiência de uso de água para produção de biomassa de forragem verde (EUA_{BFV}) do capim-búffel nos períodos seco e chuvoso (Tabela 6). Para o efeito isolado de gramínea, apenas na variável biomassa de forragem morta (BFM) foi observada diferença significativa, tendo o período chuvoso apresentado BFM superior em 78% em relação ao período seco.

A maior biomassa de forragem morta pode está associada à entrada no período reprodutivo. As gramíneas sob o tratamento com a lâmina de 120% da E_{t0} , durante o período seco, emitiram a inflorescência logo ao 13° dia de crescimento, o que pode ter ocasionado a senescência das primeiras folhas produzidas na rebrotação e daquelas que ficaram fora do alcance do manejo de corte de 2/3 das folhas.

O florescimento exige do vegetal um aumento da atividade fotossintética das folhas. Contudo, nesse estágio não há grande acumulação de matéria seca (PIMENTEL, 1998) uma vez que não há produção de novas folhas no caso da maioria das gramíneas, o que pode explicar a mobilização dos nutrientes. Por essa razão, pressupõe-se que o incremento da taxa fotossintética seja movido pela necessidade de alcançar um nível apreciável de carboidratos nas folhas próximas ao dreno para que ocorra a polinização e o desenvolvimento do embrião (WARDLAW, 1990; MARSCHNER, 2012). Em razão do pouco carbono que é translocado na planta, (pois está alocado na forma de celulose nas folhas e raízes) que não é degradada, a atividade da fonte no período de florescimento e frutificação assegura os fotoassimilados (PIMENTEL, 1998).

No período chuvoso, por seu turno, o acúmulo de material morto advém da baixa tolerância do capim-búffel a umidade excessiva do solo, como já discutida neste trabalho.

Tabela 6. Produção de biomassa e eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde do capim-búffel durante os períodos seco e chuvoso sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (% E_{t0})

Período	Lâminas de irrigação (% E_{t0})					p-valor		
	30	60	90	120	Média	CV(%)	P	P x L
Biomassa de lâmina foliar verde (gramas vaso⁻¹)								
Seco	0,33	2,29	4,39	5,13	2,30	46,85	2,09**	8,36*
Chuvoso	2,53	2,23	2,43	2,00	3,03			
Biomassa de colmo verde (gramas vaso⁻¹)								
Seco	0,01	3,09	3,96	5,76	3,20	98,94	0,03**	10,18*
Chuvoso	4,00	4,83	3,03	1,90	3,44			
Biomassa de forragem morta (gramas vaso⁻¹)								
Seco	0,01	0,17	0,10	0,30	0,14b	68,66	20,36*	0,61**
Chuvoso	0,83	0,23	0,66	0,83	0,64a			
Equação (efeito de lâmina de irrigação)				0,39 ± 0,15				
Eficiência do uso da água – BFV (g MS⁻¹ mm⁻¹)								
Seco	0,006	0,043	0,043	0,040	0,015	55,39	11,25**	31,36*

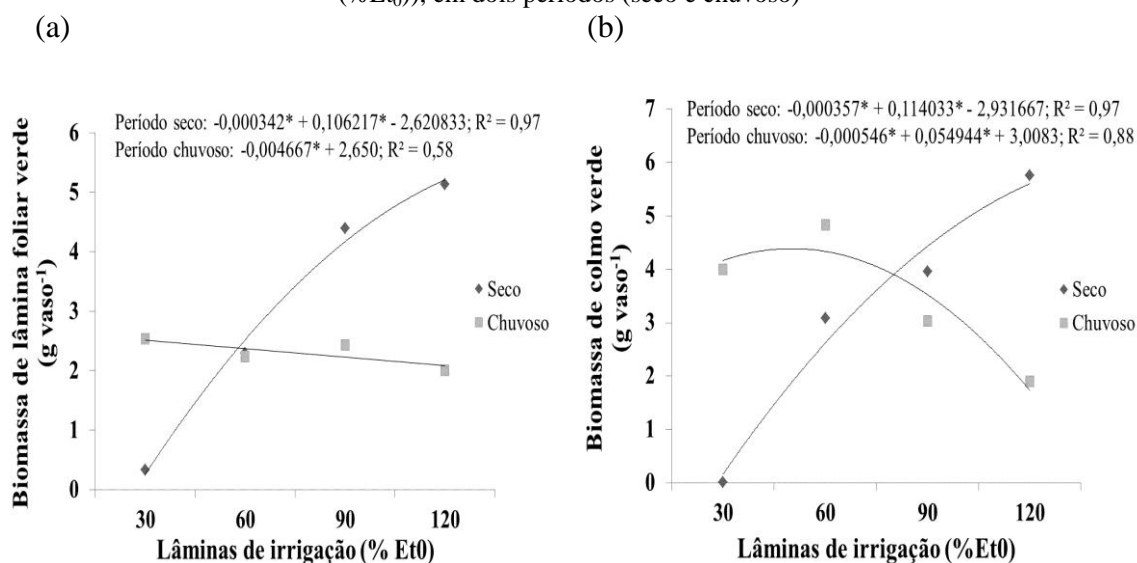
Chuvoso	0,023	0,016	0,010	0,010	0,033
---------	-------	-------	-------	-------	-------

Médias seguidas de letras distintas diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação à variável biomassa de lâmina foliar verde (BLV), foi constatado efeito quadrático com ponto de máximo durante o período seco e linear decrescente para o período chuvoso, com médias estimadas de 5,20 e 2,50 gramas vaso⁻¹, sob os regimes de irrigação de 120 e 30% da E_{t0} , respectivamente (Figura 11a). No que se refere à variável BCV, observou-se comportamento quadrático com ponto de máximo, tendo sido estimado médias de 5,61 e 4,39 gramas vaso⁻¹ sob os tratamentos de irrigação de 120 e 50% da E_{t0} , respectivamente (Figura 11b).

O comportamento verificado para as variáveis BLV e BCV é o reflexo do que foi observado e discutido nas taxas de alongamento foliar e das hastes. A produção de forragem, de uma maneira geral, foi tanto maior quanto maior foi o suprimento hídrico durante o período seco e pode ter sido favorecido pela textura do solo e pela disponibilidade de nutrientes. Dessa forma, pelo fato de que a maior produção das gramíneas foi observada nos tratamentos com maiores lâminas de água (90 e 120% da E_{t0}), mostra a tendência de maior aproveitamento dos nutrientes quando existe água disponível e, assim, maior produção de biomassa de forragem.

Figura 1117 - Biomassa de lâmina foliar verde (BLV) (a) e biomassa de colmo verde (BCV) (b) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_{t0})), em dois períodos (seco e chuvoso)



Já para a variável eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde (EUA_{BFV}), foi constatado efeito quadrático com pontos de máximo para o período seco e de mínimo para o período chuvoso, com médias de 0,049 e 0,011 g MS mm^{-1} , estimadas nas lâminas de irrigação de 90 e 107% da Et_0 , respectivamente (Figura 12).

A EUA_{BFV} foi crescente à medida que houve o incremento do suprimento hídrico no período seco e na fase de estabelecimento (0,020 g MS⁻¹ mm⁻¹; dados não publicados). Vale ressaltar, que apesar de a produção de forragem verde total do capim-búffel, nas fases de estabelecimento e período seco, serem compostas de 59,6% e 50% por colmo, nessa ordem, não deprecia a capacidade desta forrageira em produzir biomassa vegetal.

É importante destacar que o capim-búffel possui uma distinta morfofisiologia que permite explorar, a critério do produtor, a produção de sementes e a produção de forragem em momentos distintos ou mesmo em paralelo, desde que haja um melhor entendimento de sua fisiologia e manejo prático. Ao longo do período de crescimento, foi verificado o surgimento de perfilhos vegetativos com grande vigor, logo após a entrada no período reprodutivo do perfilho principal. É oportuno denotar que o manejo de corte de 2/3 das folhas pode ter favorecido tal acontecimento.

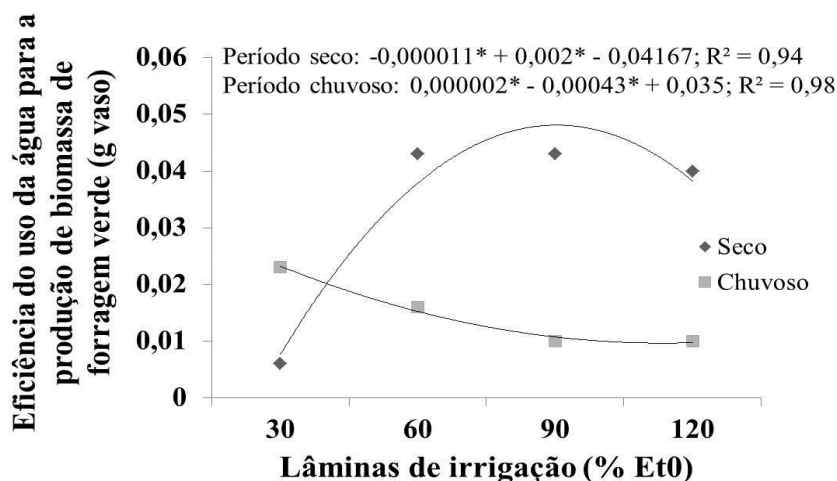
O residual de 1/3 das folhas do capim-búffel após o corte era composto basicamente por colmo e algumas folhas mais velhas, resultado do alongamento das hastes dessa forrageira. Em seguida ao corte, comumente se observava o surgimento de três a quatro perfilhos aéreos na porção terminal da haste, que emitiam de três a quatro folhas pequenas, para em seguida lançar a inflorescência. À medida que surgia a inflorescência, brotava de gemas basilares perfilhos vegetativos.

Fica claro que o capim-búffel, mais precisamente a cultivar Gayndah, detém de um mecanismo de sobrevivência que prioriza a disseminação de sementes como garantia de continuidade na pastagem. Contudo, mostra elevada capacidade de produção de forragem, constatado pelo fato de nutrir de três a quatro perfilhos com inflorescência e simultaneamente emitir um novo perfilho basilar, o que leva a crer que esta forrageira seja eficiente no uso e captação de água e nutrientes, além de possuir, possivelmente, considerável quantidade de reservas orgânicas devido a um sistema radicular vigoroso, com raízes de grosso calibre e com presença de rizomas (AYERSA, 1981).

Nesse sentido, se faz necessário mais estudos para melhor entender a morfofisiologia desta forrageira e determinar um adequado período de descanso. Dessa

maneira, ao inibir a entrada no processo reprodutivo e conseqüente acúmulo de colmo, pode ser possível explorar o potencial de produção de biomassa, voltada para a produção de lâminas foliares.

Figura 12 - Eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde (EUA_{BFV}) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência ($\%Et_0$)), em dois períodos (seco e chuvoso)



Com relação às características estruturais do capim-búffel, foi verificado interação (período x lâmina de irrigação) apenas para a variável relação lâmina foliar/colmo (F/C) (Tabela 7). No tocante ao efeito isolado de gramínea, durante o período seco foi observado um incremento de 50% no número de folhas vivas por perfilho e ângulo das hastes superior em 93% em relação ao período chuvoso. A diminuição do número de folhas vivas por perfilho é resultado do aumento no filocrono no período chuvoso, que está relacionado ao efeito negativo da associação do regime de irrigação com a precipitação, por se tratar de uma gramínea adaptada a regiões com baixos regimes de chuvas.

Com relação ao ângulo das hastes ($\hat{A}NG$), observou-se o início de tombamento das gramíneas no terço final de crescimento, o que explica a baixa angulosidade apresentada no período chuvoso. O tombamento das gramíneas se deu pelo início de apodrecimento da base do colmo, principalmente dos perfilhos mais velhos, contudo, não foi constatado morte de perfilhos até o término do período de crescimento devido a esta causa. Conforme já extensamente discutido neste estudo, o apodrecimento do colmo pode ser função da baixa tolerância do capim-búffel ao excesso de água no solo.

Já com referência a variável altura (ALT), foi observada maior altura de plantas no período chuvoso, com uma diferença média de 48,3%. Apesar do tombamento de alguns perfilhos, a altura média de plantas manteve-se superior naquele período, em tese, favorecida pela maior taxa de alongamento das hastes (Tabela 5), principalmente das gramíneas sob os regimes de 30, 60 e 90% da E_{t_0} .

Para o efeito isolado de lâmina de irrigação, foi constatado comportamento quadrático com ponto de máximo para as variáveis número de folhas vivas por perfilho (NFV) e altura de plantas (ALT) e de mínimo para as variáveis densidade populacional de perfilhos (DPP) e ângulo de inclinação dos perfilhos ($\hat{A}NG$), com médias de 5,0 folhas vivas por perfilho, 25 cm de altura do dossel, 19 perfilhos $vaso^{-1}$ e 20° de ângulo das hastes, estimados nas lâminas de 54, 68, 81 e 105% da E_{t_0} , respectivamente. Em princípio, a lâmina de 60% da E_{t_0} oportuniza um regime hídrico que, ao mesmo tempo em que garante uma produção mínima de forragem no período seco, possibilita bom vigor de rebrotação no período das águas, possivelmente por ser a quantidade de água que mais se aproxima daquela encontrada no centro de origem desta gramínea. Efetivamente, sob este regime, observou-se 100% dos perfilhos apresentando inflorescência no período chuvoso, menor filocrono e maior número de folhas vivas em ambos os períodos.

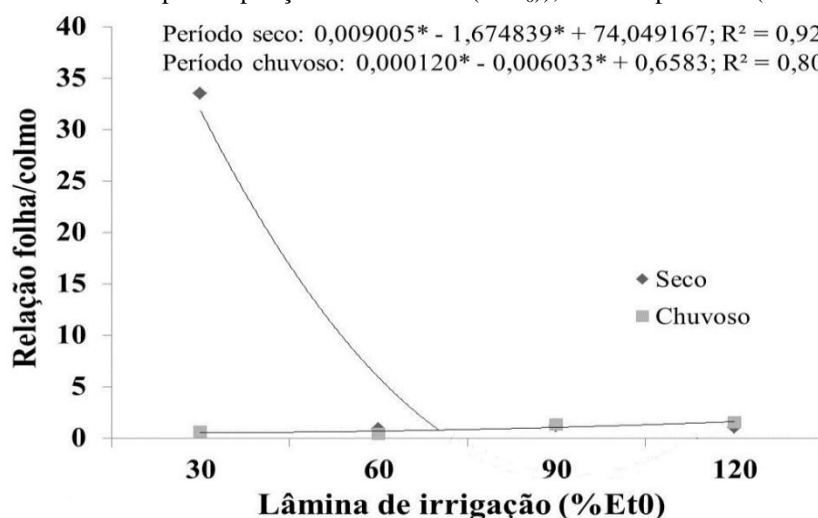
Tabela 7. Características estruturais do capim-búffel durante os períodos seco e chuvoso sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Período	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					p-valor		
	30	60	90	120	Média	CV(%)	P	P x L
Densidade populacional de perfilhos (perf. vaso⁻¹)								
Seco	18,3	23,0	19,3	35,0	23,9	12,25	0,23**	0,05**
Chuvoso	21,0	23,0	20,3	33,0	24,5			
Equação (efeito de lâmina de irrigação)				0,003102* - 0,33583* + 28,4583; R ² = 0,79				
Relação lâmina foliar/colmo								
Seco	33,5	0,9	1,2	1,0	9,2a	47,16	69,23*	41,61*
Chuvoso	0,6	0,4	1,3	1,5	1,0b			
Número de folhas vivas por perfilho (n°)								
Seco	5,8	6,7	6,5	5,0	6,0a	43,53	14,31*	0,15**
Chuvoso	2,8	3,5	2,8	2,7	3,0b			
Equação (efeito de lâmina de irrigação)				-0,000439* + 0,059875* + 2,995417; R ² = 0,97				
Altura do dossel (cm)								
Seco	11,5	12,3	18,8	20,3	15,7b	24,41	40,52*	3,12**
Chuvoso	30,9	34,4	32,0	24,3	30,4a			
Equação (efeito de lâmina de irrigação)				-0,001465* + 0,237867* + 15,150; R ² = 0,88				
Ângulo das hastes (graus)								
Seco	56,4	39,4	43,7	37,8	44,3a	22,09	375,2*	1,47**
Chuvoso	2,8	3,5	2,8	2,7	3,0b			
Equação (efeito de lâmina de irrigação)				0,001439* - 0,303564* + 36,747083; R ² = 0,78				

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

No tocante à variável F/C, foi verificado comportamento quadrático, sendo estimado no período seco maior relação lâmina foliar/colmo de 31,9 e durante o período chuvoso de 1,6 sob os regimes de 30 e 120% da Et₀, respectivamente (Figura 13). A mais alta relação lâmina foliar/colmo conferida no menor regime de irrigação, durante o período seco, não está relacionada a uma grande quantidade de biomassa de lâminas foliares, e sim, ao reduzido alongamento das hastes (0,03 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹; Tabela 5). Dessa forma, levando em conta a regularidade do corte de 2/3 das folhas, a biomassa colhida era composta de maior quantidade de folhas devido ao menor alongamento dos entrenós, o que fez elevar a relação F/C.

Figura 1318 - Relação lâmina foliar/colmo (F/C) do capim-búffel submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_t)), em dois períodos (seco e chuvoso)



4. CONCLUSÕES

A lâmina de 60% da evapotranspiração de referência (E_t), no período seco, promove o suprimento hídrico necessário para a manifestação das melhores repostas morfofisiológicas no período das águas com a manutenção deste regime de irrigação.

A utilização de uma lâmina de irrigação de 30% da E_t possibilita a manutenção do capim-búffel, cultivar Gayndah em estado de latência durante o período de estiagem, possibilitando rápida recuperação de sua morfofisiologia no período das águas.

O capim-búffel cultivar Gayndah apresenta-se com adaptabilidade variável a solos de textura média a depender do regime de irrigação adotado e do período do ano, com as maiores produções de matéria seca de lâminas foliares e características estruturais verificados no período seco.

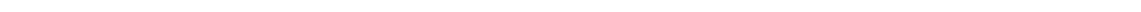
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERSA, R. El buffel grass: utilidad y manejo de una promisorio gramínea. Buenos Aires, 1981. 139p.
- BOTREL, M. de A.; NOVAES, L.P.N.; ALVIM, M.J. Características forrageiras de algumas gramíneas tropicais. Juiz de Fora, MG: **EMBRAPA-CNPGL** (Documento 66), 35p, 1998.
- DANTAS NETO, J.; SANTOS, F.A.S.; FURTADO, D.A. et al. Influência da precipitação e idade da planta na produção e composição química do capim-búffel. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.35, n.9, p.1867-1874, 2000.

- FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.
- FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.funceme.br>. Acesso em: 06/09/2016.
- GLENN, D.M., SCORZA, R. BASSETT, C. Physiological and morphological traits associated with water use efficiency in the willow-leaf peach. **Hortscience**, v.35, n.7, p.1241-43, 2000.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 10/09/2016.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**, Guanabara Koogan. Rio de Janeiro: 2004. 470p.
- MARSCHNER, P. **Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants**, 3rd, Ed. Academic Press, London, 2012.
- OLIVEIRA, M.C. de; SILVA, C.M.M. de S.; SOUZA, F.B. Capim Búffel (*Cenchrus ciliaris* L.) preservação ex-situ e avaliação aprofundada. In: QUEIROZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R., ed. Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido; Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999.
- PIMENTEL, C. **Metabolismo do carbono na agricultura tropical**. Edur. Soropédica, Rio de Janeiro, 1998. 158p.
- MEDEIROS, S.S.; REIS, C.F.; SANTOS JÚNIOR, J.A. et al. Manejo de irrigação do tanque Classe A. **INSA**, 2013. Cartilha, 8p.
- PAN, Y.; HON, J.; JENKINS, J. et al. Importance of foliar nitrogen concentration to predict forest productivity in the Mid-Atlantic Region. **Forest Science**, v.50, n.3, p.279-289, 2004.
- POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; LOPES, M. N. et al. Características morfofisiológicas do capim-aruaana sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.11, n.4, p.1187-1210, 2010.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. et al. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG, CFSEMG/UFV, 1999. 359p.
- SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306 p.
- SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JR., J.C.B.; SILVA, M.C. et al. Produtividade e composição química de gramíneas tropicais na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.821-827, 2003.

KAWASE, M. Role of the ethylene in induction of flooding drainage in sunflowers. **Physiology Plant**, v.31, p.29-38, 1974.

WARDLAW, I. F. The control of carbon partitioning in plants. **The New Phytologist**, v.116, p.341-381, 1990.



CAPÍTULO VI

**MORFOFISIOLOGIA DOS CAPINS MASSAI E TAMANI CULTIVADOS EM
SOLO DE TEXTURA MÉDIA, SOB DIFERENTES SUPRIMENTOS
HÍDRICOS, NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO**

RESUMO

Objetivou-se avaliar os parâmetros fisiológicos e as características produtivas e estruturais dos capins Massai e Tamani sob diferentes condições hídricas em solo de textura média. A avaliação das trocas gasosas foram realizadas em duas fases: estabelecimento, sendo realizado um curso diário sob o regime de irrigação de 100% da E_{t0} ; e nos períodos seco e chuvoso, sob os regimes de lâminas de irrigação de 30, 60, 90 e 120% da E_{t0} . Para o ensaio de fluxo de biomassa e para as características estruturais e de biomassa foram realizadas em três períodos: estabelecimento, sob o regime de 100% da E_{t0} ; e seco e chuvoso sob os regimes de 30, 60, 90 e 120% da E_{t0} . Durante o curso diário de trocas gasosas, o capim-massai apresentou a maior atividade fotossintética enquanto que para os demais períodos (seco e chuvoso), não se verificou diferença entre as gramíneas, tendo sido observado apenas efeito crescente ao tratamento de irrigação. No tocante ao fluxo de biomassa, o capim-tamani apresentou as maiores taxas de alongamento das hastes e de senescência foliar em todos os períodos avaliados. Com relação às características estruturais e de biomassa, no período chuvoso, observa-se maior altura do dossel, biomassa de colmo verde e de material morto no capim-tamani, enquanto que no capim-massai, para o mesmo período, verificou-se maior número de folhas vivas e relação lâmina foliar/colmo. Conclui-se que a aplicação de uma lâmina mínima de 30% da E_{t0} em um solo de textura média possibilita a manutenção das gramíneas sem comprometimento de sua morfofisiologia. O capim-massai apresenta reduzido alongamento das hastes independentemente do período do ano.

Palavras-chave: Lâminas de irrigação, condições edafoclimáticas, taxa de alongamento das hastes.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the physiological parameters and the productive and structural characteristics of the Massai and Tamani grass under different water conditions in medium textured soil. The evaluation of the gas exchanges was carried out in two phases: establishment, being carried out a daily course under the irrigation regime of 100% of E_{t0} ; and in the dry and rainy periods, under the irrigation sludge regimes of 30, 60, 90 and 120% of E_{t0} . For the biomass flow test and for the biomass and structural characteristics were performed in two periods: dry and rainy under the regimes of 30, 60, 90 and 120% of E_{t0} . During the daily course of gas exchange, the massai grass presented the highest photosynthetic activity, while for the other periods (dry and rainy), there was no difference between grasses, and only an increasing effect was observed on the irrigation treatment. Regarding the biomass flow, weed showed the highest rates of stem length and leaf senescence in all evaluated periods. In relation to the structural and biomass characteristics, in the rainy season, canopy height, green stem biomass and dead material were observed in the tamani grass, while in the massai grass, for the same period, number of live leaves and leaf/stem ratio. It is concluded that the application of a minimum of 30% of E_{t0} in a soil of medium texture allows the maintenance of grasses without compromising their morphophysiology. The massai grass presents reduced elongation of the stems independently of the period of the year.

Keywords: Irrigation slides, edaphoclimatic conditions, stems elongation rate.

1. INTRODUÇÃO

A região que compreende o Semiárido Brasileiro dispõe de condições naturais favoráveis a produção de forragem. No entanto, alguns aspectos climáticos e logísticos levam a essa baixa produtividade, como a precipitação irregular e a falta de informação sobre as espécies mais adaptadas a região. Nos últimos tempos, a região foi assolada pela pior seca dos últimos 50 anos, gerando enormes prejuízos principalmente para a agricultura de sequeiro e para as atividades pastoris. Diante do quadro de mudanças climáticas, preconiza-se que os períodos de seca se tornarão maiores e mais frequentes, o que deixa a garantia de oferta de forragem para os rebanhos em uma situação crítica.

Uma saída para essa problemática seria o uso de espécies forrageiras adequadas a cada região, tipos de solo e regimes de exploração e o uso racional da água de irrigação em propriedades com disponibilidade desse recurso. Contudo, são escassos os estudos com gramíneas forrageiras sob regimes hídricos na região Nordeste. Através do estudo da morfofisiologia é possível entender como ocorre a fisiologia e a dinâmica do aparecimento, alongamento e da senescência dos tecidos que influenciam na estrutura e composição da biomassa de forragem disponível ao animal em pastejo. Ademais, as forrageiras tropicais são bastante produtivas principalmente se implantadas em solos com boas características físicas e químicas, permitindo explorar ao máximo potencial produtivo. Algumas forrageiras são de reconhecida adaptação ao Semiárido, porém ainda pouco estudada quanto a sua morfologia e resposta a regimes de irrigação. Da mesma maneira, gramíneas como as do gênero *Megathyrsus*, que são bastante exploradas em outras regiões com período de estiagem, no Nordeste são pouco utilizadas, principalmente em regime de sequeiro, o que pode ser relacionado ao pouco conhecimento da adaptabilidade destas forrageiras ao Semiárido.

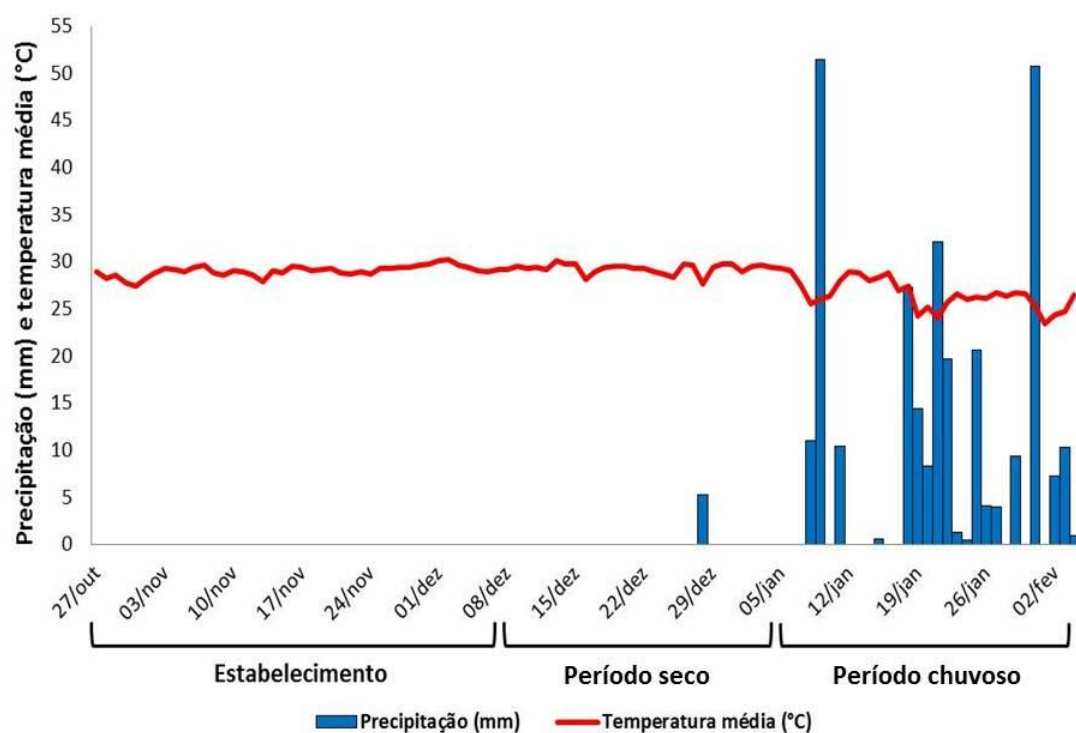
Por essa razão, objetivou-se através de estudo, avaliar a morfofisiologia dos caprinos Massai e Tamani submetidos a diferentes suprimentos hídricos e cultivados em solo de textura média.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Três Lagoas, pertencente à Embrapa Caprinos e Ovinos situada em Sobral – CE, sob coordenadas geográficas de 3°45'00.77" latitude sul, longitude a oeste de Greenwich de 40°20'38.55" e altitude

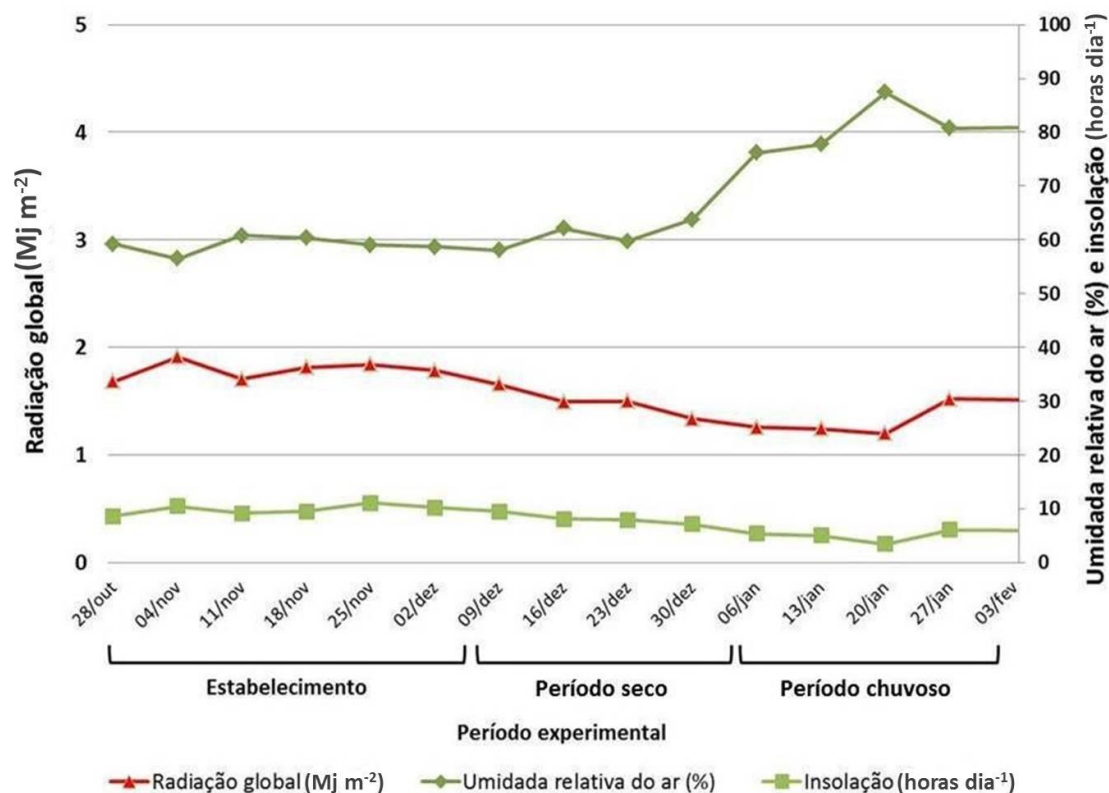
aproximada de 101 metros em relação ao nível do mar. O clima da cidade de Sobral, segundo classificação de Köppen - Geiger, é do tipo Aw', Semiárido quente, com chuvas compreendidas no período verão-outo; com precipitações e temperaturas médias de 912,0 mm e 28,5°C, respectivamente (FUNCEME, 2016). As atividades experimentais abrangeram o período de setembro de 2015 a fevereiro de 2016. Os dados de temperatura média, precipitação, umidade relativa, radiação e insolação encontram-se nas Figuras 1 e 2 (INMET, 2016).

Figura 1 - Médias semanais de temperatura média e precipitação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos



Fonte: INMET, 2016.

Figura 2 - Médias semanais de radiação global, umidade relativa do ar e insolação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos



Fonte: INMET, 2016.

O ensaio foi conduzido em vasos a pleno sol. Utilizou-se como substrato a camada de 0-0,2 m de um solo do tipo Luvisolo Crômico Órtico (SANTOS et al., 2006) coletado nas dependências da unidade da Embrapa Caprinos e Ovinos, sob coordenadas geográficas de 3°45'25.75" latitude sul e 40°20'50.94" longitude a oeste de Greenwich. As análises química e granulométrica do solo Luvisolo encontram-se na Tabela 1. Como procedimento de colheita, foi realizada a limpeza superficial da área para retirada da serrapilheira e coleta do solo. Logo em seguida, o solo passou por destorroamento e peneiramento para eliminação de partes grosseiras e materiais estranhos. Os vasos foram preenchidos com 7,5 dm³ de solo e alocados em bancadas de metal (Figura 3).

A partir dos resultados da análise de solo procederam-se as correções de acordo com o Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – RIBEIRO et al., (1999). O solo foi corrigido para P (30 kg ha⁻¹ ou 15 mg dm³) utilizando como fontes deste nutriente o superfosfato simples (18% de P₂O₅). Convertendo os valores para o volume do solo de 7,5 dm³, utilizou-se 0,625g de P₂O₅ por vaso em única aplicação. A prática da calagem não foi necessária tendo em conta a saturação por bases de 71%,

atendendo as exigências das gramíneas (RIBEIRO et al., 1999). O solo foi ainda corrigido para micronutrientes com uma dose equivalente de 50 kg ha⁻¹ ou 0,19 gramas vaso⁻¹, tendo como fonte dos nutrientes o formulado FTE BR-12.

Figura 3 - Visão geral da área experimental



Tabela 1. Atributos químicos e granulométricos da camada de 0-0,2 m do solo Luvissole

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H + Al	Al	SB	CTC
H ₂ O	g dm ⁻³	---mg dm ⁻³ ---		-----mmol _c dm ⁻³ -----					
6,2	18	32	183	40	15	25	0	55,7	84,9
V	S	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
%		-----mg dm ⁻³ -----							
71	4	6	0,21	0,5	8	11,8	0,85		
Argila		Silte	Areia total		Areia grossa		Areia fina		
-----g kg ⁻¹ -----									
189		181	630		320		310		

pH – potencial hidrogeniônico; M.O. – matéria orgânica (baixo); P – fósforo (muito bom); K – potássio (muito bom); Ca – cálcio (bom); Mg – magnésio (bom); H + Al – acidez potencial (baixo); Al – alumínio; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca de cátions; V – saturação por bases; S – enxofre; Na – sódio; B – boro (baixo); Cu – cobre (baixo); Fe – ferro (muito baixo); Mn – manganês (bom); Zn – zinco (baixo). (RIBEIRO et al., 1999).

Fase de estabelecimento

As gramíneas foram transplantadas para os vasos através de mudas produzidas em casa de vegetação (Figura 4a). Tal medida foi tomada diante do constante ataque de pássaros (Figura 4b), o que inviabilizou o estabelecimento das gramíneas por meio de sementes. As mudas foram transplantadas 10 dias após a germinação (Figura 5).

Figura 4 - Produção das mudas das gramíneas em casa de vegetação (a) e detalhe para o ataque de pássaros (b)

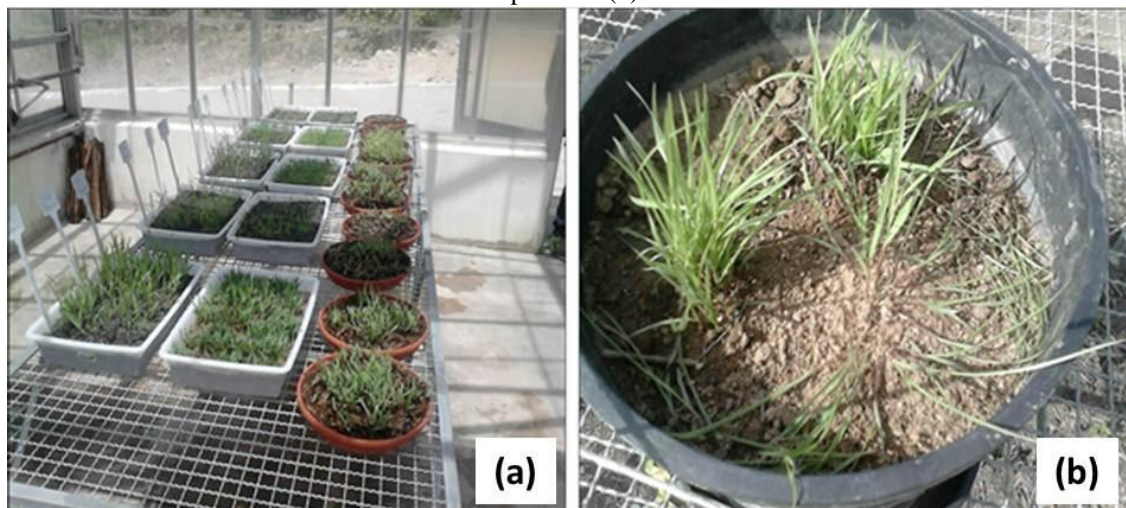


Figura 5 - Detalhes para o transplântio das mudas dos capins Massai e Tamani.



A aplicação de adubo nitrogenado foi realizada sete dias após o transplântio das plântulas tendo como fonte de nitrogênio a uréia (45% de nitrogênio). O adubo foi aplicado via água de irrigação para evitar perdas por volatilização. Foi utilizada uma dose equivalente a 90 kg ha^{-1} ciclo ou 45 mg dm^3 de N, perfazendo uma aplicação de

0,74 gramas de uréia para o volume de solo de 7,5 dm³. A adubação foi parcelada de duas aplicações, sendo a segunda metade aplicada 10 dias após a primeira.

A lâmina de irrigação utilizada na fase de estabelecimento segue como parâmetro a evaporação diária coletada do Tanque Classe ‘A’ (MEDEIROS et al, 2013) para posterior estimativa da evapotranspiração de referência (E_{t0}). O Tanque Classe ‘A’ é pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET – Estação Sobral), distante do local experimental aproximadamente 489 metros.

O cálculo da lâmina de irrigação utilizada no período de estabelecimento (100% da evapotranspiração de referência – E_{t0}) é composto pelo produto da equação:

$$E_{t0} = K_p * E_t$$

Em que,

E_{t0} : Evapotranspiração de referência;

K_p : Coeficiente do tanque Classe ‘A’, adimensional, e;

E_t : Evaporação do tanque, mm dia⁻¹.

Para a correção do volume de água a ser aplicado em função do volume de solo, efetuou-se a multiplicação do produto da E_{t0} pela área do vaso, conforme a equação abaixo:

$$\text{Lâmina de irrigação} = E_{t0} * \text{área do vaso}$$

A coleta dos dados de evaporação obtidas pelo tanque Classe ‘A’ foi realizada diariamente por volta de 08:30 horas. Após 42 dias de estabelecimento, procedeu-se o corte das gramíneas finalizando o tratamento com a lâmina de 100% da E_{t0} . O croqui experimental da fase de estabelecimento encontra se na figura 4.

Crescimento dos capins Massai e Tamani nos períodos seco e chuvoso

Logo em seguida ao corte equivalente a 2/3 das folhas, após o período de crescimento de 26 dias, as gramíneas foram submetidas ao tratamento com quatro lâminas de irrigação: 30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (E_{t0}). O croqui experimental encontra-se na figura 5.

Figura 6 - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal na fase de estabelecimento dos capins Massai e Tamani sob o tratamento com a lâmina de 100% da E_{t0} . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo

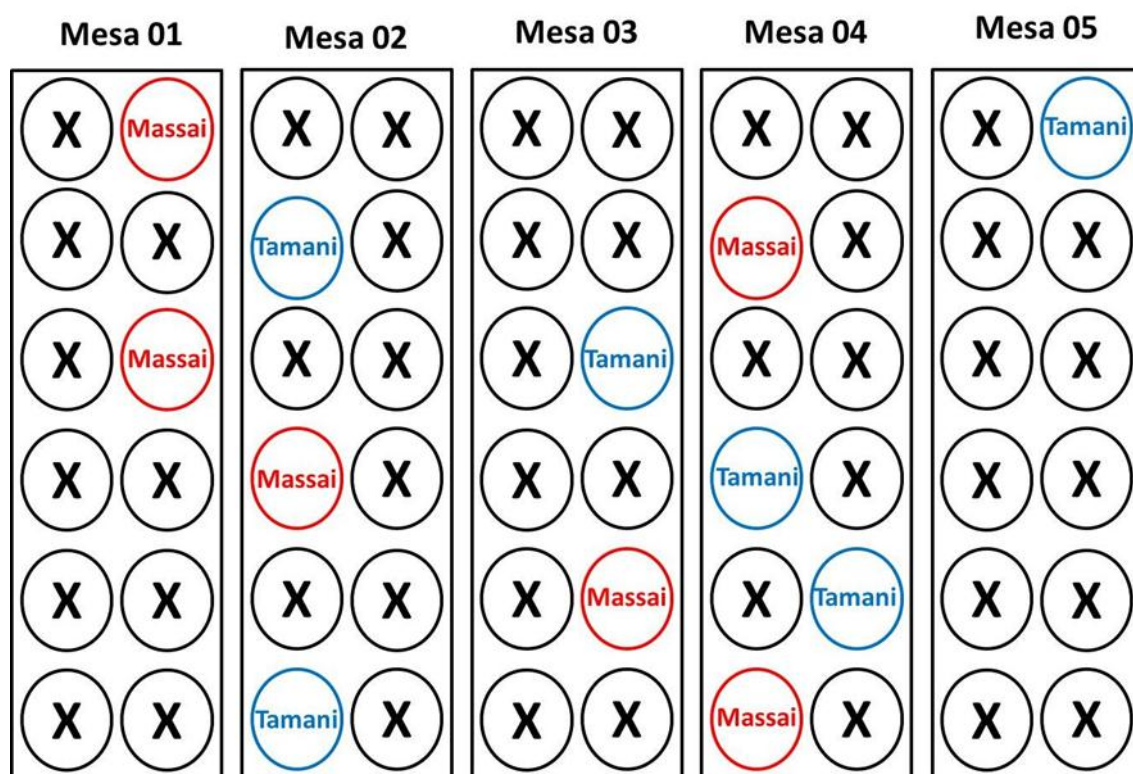
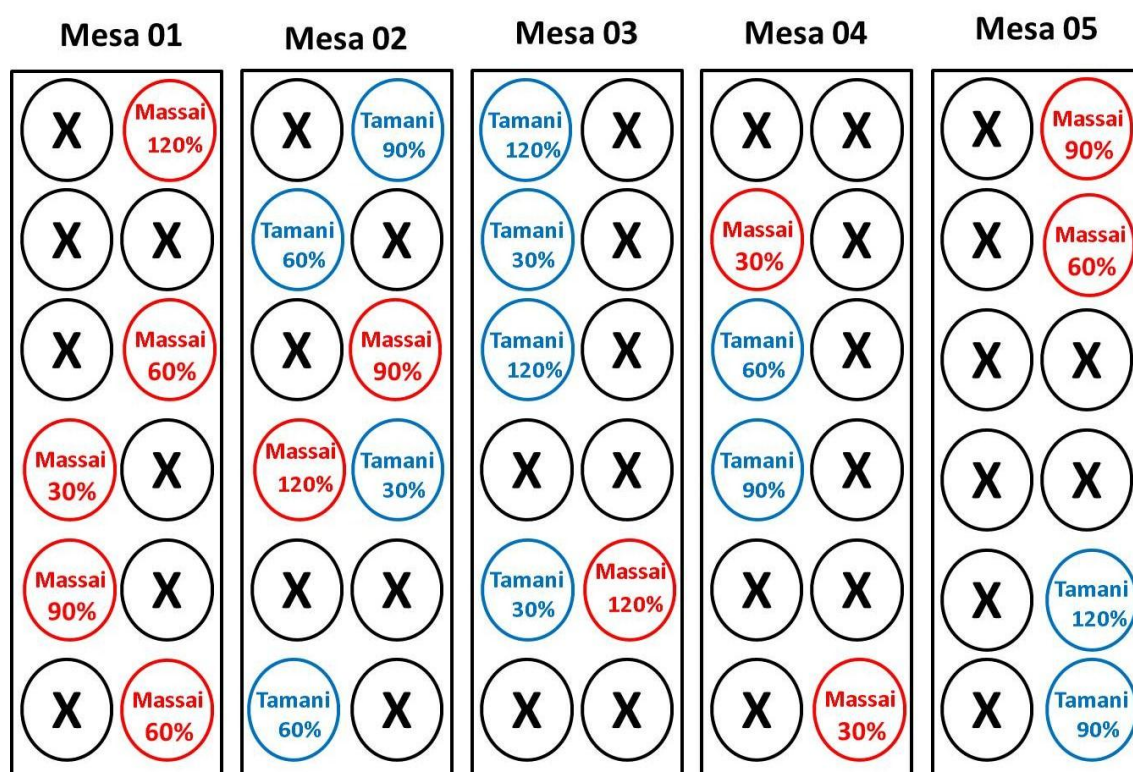


Figura 7 - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal durante os períodos seco e chuvoso dos capins Massai e Tamani sob os tratamentos com as lâminas de irrigação de 30, 60, 90 e 120% da E_{t0} . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo



Para a estimativa do fim do período de crescimento, foi adotado como critério a estabilização do número de folhas vivas por perfilho (NFV) das gramíneas sob o tratamento com a lâmina de 90% da E_{t0} durante o período seco. A escolha da lâmina de 90% da E_{t0} leva em consideração o volume hídrico que mais se aproxima daquele utilizado na fase de estabelecimento (100% da E_{t0}).

Para o manejo da irrigação foram adotados os mesmos procedimentos tomados na fase de estabelecimento. A adubação nitrogenada (15 mg de N dm^{-3} de solo) foi aplicada via água de irrigação imediatamente após o corte das gramíneas.

Ensaio I - Avaliação das trocas gasosas

As avaliações de trocas gasosas foram realizadas por intermédio do analisador de CO_2 por infravermelho, IRGA modelo LCpro-SD (ADC Bioscientific Ltd Hoddesdon, Hertfordshire, UK). Na fase de estabelecimento as análises foram realizadas ao término do período (42 dias) onde foi realizado um curso de diário de trocas gasosas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições.

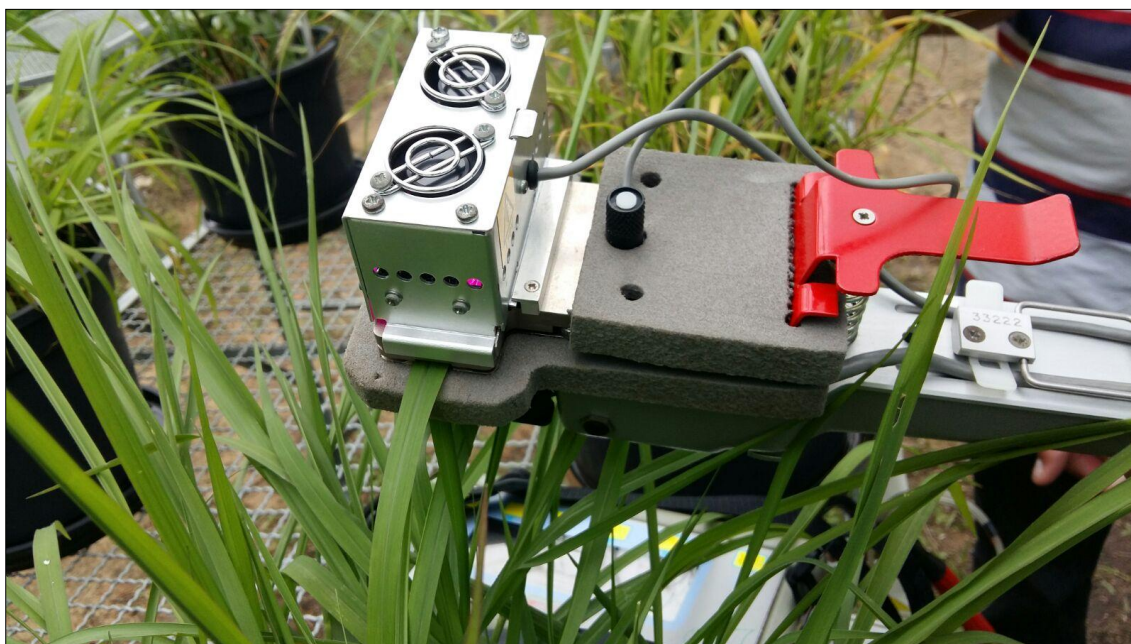
Os dados climatológicos de temperatura do ar, umidade relativa, radiação e velocidade do vento aferidos a cada período de coleta (horas) encontram-se na Tabela 2. Para cada vaso (unidade experimental) foi escolhido um perfilho, tomando a porção mediana da folha recém-expandida para a leitura do aparelho. (Figura 6).

Tabela 2. Temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação e velocidade do vento, registrados a cada horário de coleta durante a aferição das trocas gasosas na fase de estabelecimento

Período do dia (horas)	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Radiação ($Mj\ m^{-2}$)	Vento ($m\ s^{-1}$)
8	22,8	83	1,088	0,0
10	27,0	68	1,975	0,4
12	31,0	54	1,751	3,9
14	34,2	39	1,694	4,2
16	36,0	31	0,176	5,1

Fonte: INMET, 2016.

Figura 8 - Detalhe da aferição das trocas gasosas na porção mediana da folha



Nas fases seguintes (período seco e período chuvoso) o delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizados em esquema de parcelas subdivididas, tendo os períodos as parcelas (período seco e período chuvoso) e as lâminas de irrigação as subparcelas (30, 60, 90 e 120% da E_{t0}), com três repetições.

As leituras durante o tratamento com o regime de lâminas de irrigação foram realizadas no 10º dia após o corte correspondente ao início de cada ciclo de crescimento, adotando os mesmos cuidados tomados na fase de estabelecimento. As leituras foram realizadas sempre logo após a irrigação das plantas, por volta de 9:00 e 10:00 da manhã.

Foram analisadas as variáveis, temperatura da folha (TFOL, °C), concentração interna de CO_2 na folha (C_i , ppm), taxa de transpiração foliar (E , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e taxa de fotossíntese foliar (A , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Os dados foram analisados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. Para o efeito de tempo, na fase de estabelecimento e de lâmina de irrigação nos períodos seco e chuvoso, foi realizada análise de regressão baseado em modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Para o efeito de período, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e a interação (período x lâmina de irrigação) foi desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. Como ferramenta de auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

Ensaio II – Avaliação do fluxo de biomassa

Na fase de estabelecimento, após a aclimação das gramíneas pós-transplante, procedeu-se o desbaste para permanência de três plantas por vaso. Cada perfilho foi identificado com uma haste de cor diferente para o ensaio de morfogênese (Figura 7). Para cada perfilho identificado, foi mensurado o comprimento da lâmina foliar a partir da lígula exposta, quando a folha encontrava-se completamente expandida, e da lígula da folha imediatamente inferior, quando se tratava de uma folha em expansão. O comprimento total da folha é dividido em fração verde e fração morta, sendo este último obtido por diferença do comprimento total. A altura das hastes foi obtida através da aferição do comprimento da lígula da última folha expandida em relação ao solo. O intervalo de avaliação deu-se a cada três dias.

Figura 9 - Detalhe para a identificação dos perfilhos de capim-tamani para o ensaio de fluxo de biomassa



O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas tendo os períodos (seco e chuvoso) as parcelas e as lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da E_{t0}) as subparcelas, com três repetições.

Através do acompanhamento do fluxo de biomassa das forrageiras, foi possível estimar a taxa de alongamento das folhas ($TAIF = \text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$), das hastes ($TAIH = \text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$), de senescência foliar ($TSF = \text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$) e filocrono, variável que

mostra o tempo necessário, em dias, até a completa expansão da folha, o qual é observado com a exposição da lígula.

Os dados foram analisados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. Para o efeito de lâmina de irrigação, foi realizada análise de regressão baseado em modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Para o efeito de período, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e a interação (período x lâmina de irrigação) desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. Como ferramenta de auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

Ensaio III- Avaliação das características estruturais e dos componentes de biomassa

Ao término de cada período de crescimento (seco e chuvoso) foram realizadas as seguintes mensurações anteriores ao corte das gramíneas: altura do dossel (ALT), número de folhas vivas por perfilho (NFV) e densidade populacional de perfilhos (DPP).

A altura do dossel foi auferida com o auxílio de uma régua, sendo tomadas cinco alturas aleatoriamente em cada repetição (vaso) partindo do solo até o encontro da régua com a curvatura das folhas no dossel. O número de folhas vivas por perfilho foi obtido mediante contagem das folhas de cinco perfilhos aleatoriamente para cada repetição (vaso). Para folhas truncadas resultantes de ciclos anteriores e folhas em emergência, ou seja, aquelas que não apresentaram a exposição da lígula foram consideradas o valor de 0,5 folhas.

A densidade populacional de perfilhos foi contabilizada em cada vaso (repetição), a cada intervalo de avaliação. Foi também avaliado o ângulo das hastes (ÂNG), que é conseguido mediante mensuração do comprimento das hastes verticalmente a partir da lígula da última folha expandida em relação ao solo e, horizontalmente, correspondendo ao comprimento da inserção da gramínea á altura da última lígula exposta.

Logo em seguida foi realizado o corte de 2/3 das folhas das gramíneas. O material colhido foi pesado e fracionado em folha, colmo e material morto para determinação das biomassas de lâmina foliar verde (BLV), de colmo verde (BCV), de forragem morta (BFM) e relação lâmina foliar/colmo (F/C). Após o fracionamento, o

material foi pesado, acondicionado em sacos de papel, levado a estufa a 55°C até peso constante e pesado novamente.

A eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde (EUA_{BFV}) ao qual considera as frações folha e colmo, foi obtida através da razão entre a biomassa de forragem verde ($g \text{ vaso}^{-1}$) e a quantidade de água (mm) correspondente a cada tratamento com lâmina de irrigação.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas tendo os períodos (seco e chuvoso) as parcelas e as lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da Et_0) as subparcelas, com três repetições.

Os dados foram analisados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. Para o efeito de lâmina de irrigação, foi realizada análise de regressão baseado em modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Para o efeito de período, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e a interação (período x lâmina de irrigação) foi desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. Como ferramenta de auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Trocas gasosas

3.1.1 Trocas gasosas na fase de estabelecimento

Verificou-se interação (gramínea x tempo) para as variáveis E e gs durante o curso diário de trocas gasosas dos capins massai e tamani na fase de estabelecimento (Tabela 3). Para o efeito isolado de gramínea, as maiores médias de E, gs e A foram constatadas no capim-massai. Com relação ao efeito isolado de tempo, verificou-se efeito quadrático com ponto de máximo para a variável TFol e A e de mínimo para a variável Ci, com 44,9 °C de temperatura foliar, 18,14 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ de taxa fotossintética e 56 ppm de CO₂ sendo estimada no horário de 12:09, 11:35 e 11:39 horas, respectivamente.

De posse que a atividade fotossintética é relacionada ao consumo de CO₂ pelo vegetal e quando este gás é encontrado em menor concentração no mesófilo foliar remete a sua utilização pelas enzimas carboxilativas (PAN et al., 2004; POMPEU et al., 2010), fica evidente tais assertivas quando analisado o comportamento inverso da taxa fotossintética com o acúmulo de CO₂ na folha, apresentando seu pico de atividade

quando verificou-se a mínima concentração de CO₂ no interstício foliar. Fica claro ainda o potencial fotossintético das gramíneas em estudo, uma vez pode-se inferir que não houve inibição da taxa fotossintética com o aumento da radiação incidente e sua diminuição ao longo do dia pode ser em função da associação de outras variáveis ambientais, como a diminuição da umidade relativa do ar (Tabela 2). A diminuição da umidade relativa do ar e a maior velocidade do vento a partir das 12:00 horas (Tabela 2), pode ter ocasionado aumento no déficit de pressão de vapor. A camada limítrofe é constituída de ar relativamente parado na superfície da folha e afeta o processo de difusão de água e CO₂, e é função do tamanho da folha e da velocidade do vento (TAIZ E ZIEGER, 2006). Se a umidade relativa do ar é muito baixa há o fechamento estomático para limitar a transpiração e perda de água pela planta, o que pode ser ratificado pela diminuição da condutância estomática e da transpiração foliar a partir desse período.

Tabela 3. Curso diário de trocas gasosas dos capins Massai e Tamani durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Tempo (hora)						Média	CV(%)	p-valor	
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	G			G x T	
Temperatura da folha (TFol; °C)										
Massai	36,2	42,2	43,7	44,4	35,8	40,4	5,93	0,16**	0,01**	
Tamani	36,6	42,7	43,9	44,6	35,9	40,7				
Equação (efeito de tempo)			-0,537679* + 12,948786* - 33,034286; R ² = 0,93							
Concentração interna de CO₂ (Ci; ppm)										
Massai	94	67	68	74	272	115	31,89	2,73**	0,22**	
Tamani	125	111	80	96	257	134				
Equação (efeito de tempo)			7,591071* - 166,880714* + 973,465714; R ² = 0,88							
Transpiração foliar (E; μmol m⁻² s⁻¹)										
Massai	2,73	5,34	6,27	6,26	0,95	4,31a	32,85	9,18*	4,79*	
Tamani	2,24	4,63	5,24	3,05	1,05	3,24b				
Condutância estomática (gs; μmol m⁻² s⁻¹)										
Massai	0,11	0,13	0,13	0,12	0,02	0,10a	47,38	7,44*	2,75*	
Tamani	0,08	0,10	0,10	0,04	0,02	0,07b				
Taxa de fotossíntese foliar (A; μmol m⁻² s⁻¹)										
Massai	15,73	19,51	20,12	18,20	2,64	15,24a	49,05	7,52*	2,38**	
Tamani	10,63	14,90	15,52	7,10	3,68	10,37b				
Equação (efeito de tempo)			-0,5860* + 12,83480* - 52,13960; R ² = 0,99							

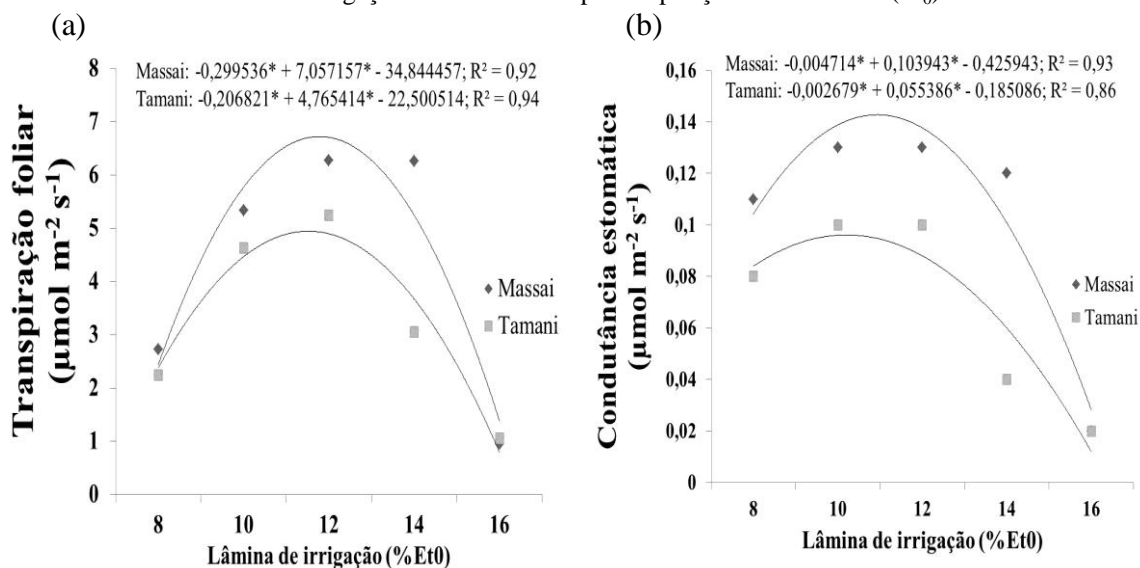
Médias seguidas de letras distintas diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

No tocante à variável E, observou-se efeito quadrático com ponto de máximo para os capins Massai e Tamani, com os maiores valores de transpiração foliar de 6,72 e 4,95 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ estimados nos horários de 12:18 e 11:52 horas, nessa ordem (Figura 10a). Correspondente à taxa transpiratória, constatou-se comportamento quadrático com ponto de máximo para a variável gs com médias estimadas de 0,15 e 0,10 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ nos horários de 11:02 e 10:33 horas, para os capins Massai e Tamani, respectivamente (Figura 10b).

Analisando os picos de taxa de transpiração foliar e de condutância estomática, é possível explicar os parâmetros fisiológicos observados durante o curso diário, mas precisamente naquele momento. A maior incidência de radiação (Tabela 2) eleva a temperatura foliar, necessariamente obrigando a abertura estomática para a aumentar a transpiração como saída para o resfriamento da folha, amplificando assim a condutância estomática e o influxo de CO_2 , incrementando a taxa fotossintética. Contudo, vale destacar que esses fatores supracitados não apenas interagem entre si, tendo ainda que ser levado em consideração outros fatores como a disponibilidade hídrica do solo, que está relacionada à textura, principalmente, e a fertilidade. Assim, diante das condições favoráveis de um solo corrigido, de textura média e de irrigação, pode-se inferir que as altas taxas fotossintéticas encontradas nas gramíneas Massai e Tamani nesta fase de estabelecimento são resultado da capacidade fisiológica destas gramíneas.

Por outro lado, observa-se uma maior capacidade fisiológica no capim-massai em relação ao capim-tamani. Com relação à taxa transpiratória, a partir de 10:00 horas há um aumento da transpiração foliar do capim-massai em 22,5% seguindo com aumentos estimados de 26,9 e 30% nos horários de 12:00 e 14:00 horas, respectivamente. Para a condutância estomática, aumentos de 16,5, 29,6, 33,8 e 38% foram estimados nos horários de 8:00, 10:00, 12:00 e 14:00 horas, respectivamente. Além do decréscimo, os picos de maior atividade dos parâmetros fisiológicos supracitados foram inferiores no capim-tamani, apresentando o fechamento estomático com antecedência média de $27 \pm 1,4$ minutos. Assim, a maior capacidade de manutenção das trocas gasosas do capim-massai ajuda a explicar a taxa fotossintética média superior em 32% durante o curso diário de trocas gasosas em relação ao capim-tamani.

Figura 10 - Taxa de transpiração foliar (E) (a) e condutância estomática (gs) (b) dos capins Massai e Tamani durante o curso diário de trocas gasosas na fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (E_{t0})



3.1.2 Trocas gasosas no período seco

Verificou-se interação (gramínea x lâmina de irrigação) apenas para a variável C_i nas trocas gasosas dos capins Massai e Tamani no período seco (Tabela 4). Para o efeito isolado de lâmina de irrigação observou-se efeito linear decrescente para a variável T_{fol} e crescente para as variáveis E , g_s e A , sendo estimados valores médios de 40°C de temperatura foliar e 4,84, 0,144 e $20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ no regime de 120% da E_{t0} , respectivamente.

O comportamento decrescente da T_{fol} pode ser explicado pelo alto calor específico da molécula de água. De acordo com Taiz e Zieger (2006), a célula vegetal quando em estágio de crescimento, sofre pressão na parede celular devido às forças geradas pelo turgor, causando afrouxamento e aumento do conteúdo de água no protoplasma da célula. Esse processo também é verificado em células que já cessaram seu crescimento, aumentando rapidamente o potencial hídrico (TAIZ e ZIEGLER, 2006). Por esse motivo, verifica-se uma diminuição da temperatura foliar à medida que aumentava o teor de umidade propiciado pelos maiores regimes hídricos, dado que o elevado calor específico da água regula o aquecimento das células foliares, ao mesmo tempo em que a transpiração foliar também contribui para resfriamento. É factível concluir, portanto, que em dadas circunstâncias, onde as plantas encontram-se em ótimas condições de umidade no solo e o protoplasma das células vegetais constituídos

de grande proporção de água, o calor específico da água garante elevada estabilidade de temperatura.

Já para o comportamento crescente das variáveis E, gs e A um adequado teor de umidade no solo favorece consideravelmente a absorção de água e nutrientes, ao passo que sob forte radiação, a produção de fotoassimilados é incrementada pela maior permanência de abertura estomática, tanto para a transpiração foliar como meio de regulação da homeostase do tecido foliar, quanto pelo estímulo à taxa fotossintética.

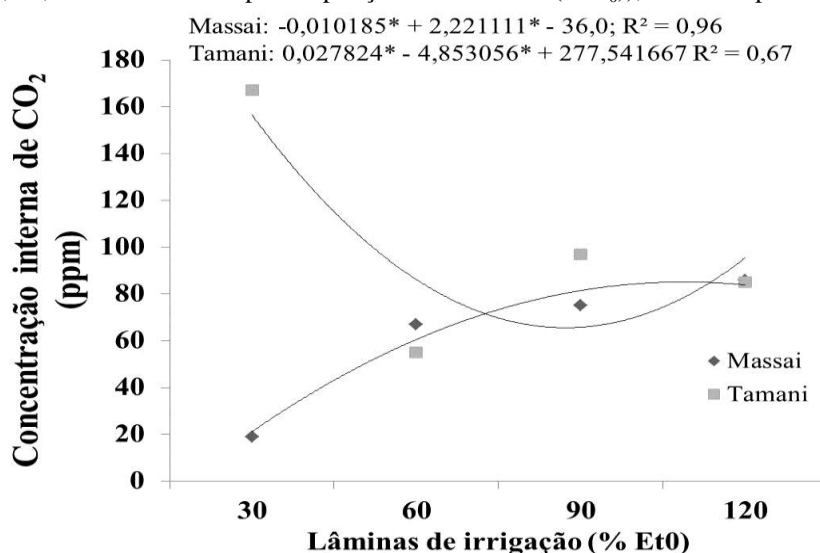
Tabela 4. Trocas gasosas dos capins Massai e Tamani durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Temperatura da folha (TFol; °C)								
Massai	41,2	41,6	39,6	40,0	40,6	2,84	0,04**	0,77**
Tamani	41,3	40,8	40,3	40,4	40,7			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				-0,014556* + 41,75833; R ² = 0,73				
Concentração interna de CO₂ (Ci; ppm)								
Massai	19	67	75	86	61	78,12	2,30**	9,59*
Tamani	167	55	97	85	101			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,042094* - 0,214167; R ² = 0,92				
Transpiração foliar (E; μmol m⁻² s⁻¹)								
Massai	0,73	2,96	3,55	4,95	3,05	47,78	0,14**	0,05**
Tamani	0,57	3,01	3,25	4,49	2,83			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,001406* - 0,024167; R ² = 0,95				
Condutância estomática (gs; μmol m⁻² s⁻¹)								
Massai	0,016	0,063	0,093	0,170	0,085	80,51	0,11**	0,24**
Tamani	0,016	0,076	0,080	0,133	0,076			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,001406* - 0,024167; R ² = 0,95				
Taxa de fotossíntese foliar (A; μmol m⁻² s⁻¹)								
Massai	3,09	11,54	14,78	21,08	12,62	45,98	0,35**	0,15**
Tamani	1,90	12,58	11,97	18,72	11,29			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,178456* - 1,4205; R ² = 0,92				

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação a variável C_i , observou-se efeito quadrático com ponto de mínimo de 85 e 66 ppm de CO_2 nos capins Massai e Tamani, estimados nos regimes de 109 e 87% da Et_0 , respectivamente (Figura 11). O efeito de interação entre gramínea x lâmina de irrigação foi impelido pela amplitude (136 ppm de CO_2) do volume de CO_2 observados nas duas forrageiras sob o regime de 30% da Et_0 , enquanto que nos demais tratamentos, o efeito de lâmina não foi expressivo, com valores médios de CO_2 estimados em 79 ± 14 ppm. A discrepância entre os dados observados sob o tratamento de 30% da Et_0 pode ser explicado pelo efeito adverso da baixa disponibilidade hídrica disponível por esse tratamento, levando a um possível desarranjo na fisiologia da planta, o que faz com que sejam observadas respostas sem um padrão de entendimento plausível.

Figura 11 - Concentração interna de CO_2 dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% Et_0)), durante o período seco



3.1.3 Trocas gasosas no período chuvoso

Não foi verificada interação (gramínea x lâmina de irrigação) nos parâmetros fisiológicos das gramíneas Massai e Tamani durante o período chuvoso (Tabela 5). Com relação ao efeito isolado gramínea, as maiores e menores médias para as variáveis $TFol$ e g_s foram observadas nos capins Massai e Tamani, nessa ordem. Não foi detectado efeito significativo para o fator lâminas de irrigação.

Observou-se uniformidade nos parâmetros fisiológicos das gramíneas por conta da precipitação ocorrida logo início do segundo ciclo de crescimento. Até o décimo dia do período de crescimento, foi contabilizado uma precipitação de 100,6 milímetros, o

que equivale a uma suplementação de 5,33 litros de água por vaso. De fato, tamanho volume de água adicional, aliado a textura e a fertilidade do solo, favoreceu o rápido restabelecimento das gramíneas, suprimindo o tratamento de lâminas de irrigação.

Tabela 5. Trocas gasosas dos capins Massai e Tamani durante o período chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Temperatura da folha (TFol; °C)								
Massai	37,4	36,6	36,0	35,4	36,3a	1,03	33,71*	0,17**
Tamani	35,7	36,1	35,4	34,7	35,5b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				35,9 ± 0,67				
Concentração interna de CO₂ (Ci; ppm)								
Massai	116	149	149	170	146	15,65	4,26**	0,89**
Tamani	165	149	164	189	167			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				156 ± 16				
Transpiração foliar (E; μmol m⁻² s⁻¹)								
Massai	3,51	3,57	3,77	3,29	3,53	21,16	1,22**	0,36**
Tamani	4,25	3,91	3,51	3,90	3,89			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				3,71 ± 0,12				
Condutância estomática (gs; μmol m⁻² s⁻¹)								
Massai	0,193	0,223	0,260	0,216	0,223b	22,57	22,52*	0,25**
Tamani	0,363	0,306	0,333	0,390	0,348a			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,28 ± 0,01				
Taxa de fotossíntese foliar (A; μmol m⁻² s⁻¹)								
Massai	19,25	19,79	21,20	18,08	19,58	16,50	6,52**	0,23**
Tamani	25,61	23,22	21,95	22,29	23,26			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				21,4 ± 0,92				

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.2 Fluxo de biomassa

3.2.1 Fluxo de biomassa na fase de estabelecimento

Verificou-se diferença significativa entre os capins Massai e Tamani apenas para as variáveis TAIH e TSF do fluxo de biomassa na fase de estabelecimento (Tabela 6). O capim-tamani apresentou 23 e 21% maiores taxas de alongamento das hastes e de senescência foliar, respectivamente.

Tabela 6. Fluxo de biomassa dos capins Massai e Tamani durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	TAIF	TAIH	TSF	Fil
	-----cm perfilho dia ⁻¹ -----			dias
Massai	4,12	0,26b	2,52b	6,0
Tamani	4,29	0,34a	3,21a	6,3
F	0,77**	18,11*	11,11*	0,23**
CV (%)	7,73	10,17	12,57	17,44

Nota: TALF= Taxa de alongamento foliar; TALH= Taxa de alongamento das hastes; TSF= Taxa de senescência foliar; Fil= Filorono. Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.2 Fluxo de biomassa no período seco

Foi constatado efeito de interação (gramínea x lâmina de irrigação) durante o período seco tão somente para variável filocrono. No tocante ao efeito isolado de gramínea, apenas para a variável TSF foi observado diferença significativa, tendo o capim-tamani apresentado 50% maior taxa de senescência foliar em relação ao capim-massai. Com relação ao efeito isolado de lâmina de irrigação, observou-se comportamento linear crescente e quadrático com ponto de máximo para as variáveis TAIF e TSF, com 1,94 e 0,27 cm perfilho dia⁻¹ estimados nos tratamentos de 102 e 90% da Et₀, nessa ordem.

O comportamento crescente da taxa de alongamento foliar pode ser corroborado pelo resultado da associação entre as características físico-químicas do solo e o incremento do suprimento hídrico pelo tratamento com lâminas de irrigação. Skinner e Nelson (1995) afirmaram que o alongamento das folhas é dependente do acúmulo de nutrientes, em especial do nitrogênio, e sua absorção pelo sistema radicular só é possível com um teor adequado de umidade no solo. Quanto à taxa de senescência foliar, por motivos não esclarecidos, observa-se um aumento na TSF até o regime de 90% da Et₀, com posterior declínio de 14,3% no tratamento de 120% da Et₀. Contudo, vale destacar que os valores observados são ínfimos, não se traduzindo em quantidades expressivas de biomassa de forragem morta (Tabela 10).

Tabela 7. Fluxo de biomassa de biomassa dos capins Massai e Tamani durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

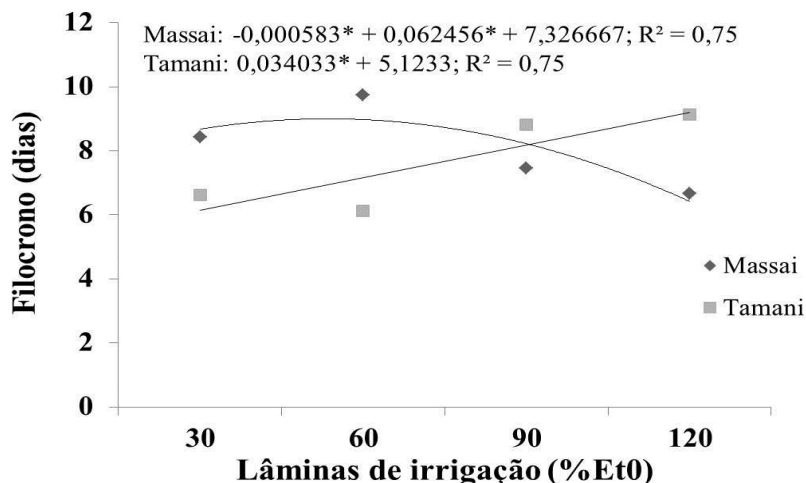
Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Taxa de alongamento foliar (cm perf¹ dia⁻¹)								
Massai	0,32	0,64	1,21	2,09	1,06	38,47	0,26**	0,51**
Tamani	0,30	1,05	1,35	1,92	1,15			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,018411* - 0,266667; R ² = 0,98					
Taxa de alongamento das hastes (cm perf¹ dia⁻¹)								
Massai	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	105,28	2,00**	0,36**
Tamani	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,009 ± 0,004					
Taxa de senescência foliar (cm perf¹ dia⁻¹)								
Massai	0,05	0,18	0,20	0,16	0,14b	62,14	6,23*	0,17**
Tamani	0,17	0,26	0,39	0,31	0,28a			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			-0,000047* + 0,008486* - 0,103750; R ² = 0,97					
Filocrono (dias)								
Massai	8,4	9,7	7,4	6,6	8,07	22,26	0,30**	3,82*
Tamani	6,6	6,1	8,8	9,1	7,67			

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Para a variável Filocrono, observou-se comportamento linear crescente para o capim-tamani e quadrático para o capim-massai, com médias estimadas de 6,4 e 9,2 dias sob o regime de irrigação de 120% da Et₀, respectivamente (Figura 12). O aumento no filocrono do capim-tamani foi de aproximadamente 1,3 dias para cada aumento do regime de irrigação. É de se esperar que o aumento da disponibilidade de água, em conjunto com um solo que apresenta boas características físicas e de fertilidade, e adubado, propiciasse condições favoráveis para a manifestação do potencial produtivo das gramíneas em estudo. Efetivamente, os parâmetros fisiológicos como a taxa fotossintética e a taxa de alongamento foliar corroboram com o exposto. No entanto, o aumento no filocrono do capim-tamani observado a partir do tratamento de 90% da Et₀, não condiz com os dados apresentados. O filocrono é inversamente proporcional a TAlF, uma vez que a aceleração do alongamento foliar é traduzido em um menor tempo para a completa expansão da folha, e portanto, diminuição do filocrono. Neste período, verificou-se um menor número de folhas vivas a partir do tratamento de 90% da Et₀, podendo assim explicar o aumento no filocrono, contudo, por razões não esclarecidas.

Se equiparado à fase de estabelecimento, houve uma diminuição média de 26,7% no NFV.

Figura 12 - Filocrono dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_t0)), durante o período seco



3.2.3 Fluxo de biomassa no período chuvoso

Verificou-se interação (gramínea x lâmina de irrigação) apenas para a variável taxa de alongamento das hastes (TAIH) dos capins Massai e Tamani durante o período chuvoso (Tabela 8). Para o efeito isolado gramínea, verificou-se diferença significativa em todas as variáveis de fluxo de biomassa, tendo o capim-tamani apresentado médias superiores em 37,7, 89,5 e 66,6% para as variáveis taxa de alongamento foliar, das hastes e de senescência foliar em relação ao capim-massai. Para a variável filocrono, o capim-massai apresentou média superior em 19,7% em relação ao capim-tamani.

O total precipitado, de 283,8 mm registrado ao longo do período de crescimento, com uma precipitação de 11 mm já verificada no primeiro dia após o corte, favoreceu o fluxo de biomassa das gramíneas, além das mudanças significativas nos parâmetros climáticos se comparados ao período seco. Logo, decréscimos de 10,6, 13,3 e 43,2% para a temperatura média do ar, radiação global e insolação (horas de sol dia^{-1}) e aumentos de 25,6% na umidade relativa do ar pode ter levado a uma melhora do status morfofisiológico das gramíneas. O comportamento decrescente da taxa de alongamento foliar indica adequada recuperação do vigor das gramíneas, particularmente daquelas que estavam sob os tratamentos com as menores lâminas de irrigação (30 e 60% da E_t0). De maneira geral, o capim-tamani apresentou maior fluxo de biomassa neste período

devido a entrada no período reprodutivo (Figura 9).

O estímulo ao florescimento pode ser induzido por uma série de fatores, tais como fatores endógenos, estado nutricional, teores fitohormonais e os ritmos circadianos; e bem como de fatores ambientais, como o fotoperíodo, a insolação, a temperatura e a disponibilidade de água, além do mais, em regiões tropicais e em regiões áridas ou semiáridas, o período de seca e o de disponibilidade de água são fatores decisivos para o crescimento e floração de algumas espécies (KERBAUY, 2009).

No tocante ao efeito isolado de lâmina de irrigação, constatou-se efeito linear decrescente para as variáveis TAI_F e TSF, com médias de 2,08 e 0,32 cm perfilho dia⁻¹, estimados na lâmina de irrigação de 120% da Et₀, respectivamente. Não foi observado efeito do tratamento de lâminas de irrigação para a variável filocrono. O comportamento decrescente da TAI_F, como já destacado, ressalta a recuperação das gramíneas sob os regimes de 30 e 60% da Et₀. No período seco, os menores tratamentos hídricos não propiciaram condições de umidade suficientes para o acúmulo de matéria seca, justificado pela biomassa de lâminas foliares (Tabela 10), o que pode ter levado ao acúmulo de reservas orgânicas como estratégia de escape. Por esse fato, observa-se uma rápida mobilização dos carboidratos de reserva para uma taxa de alongamento foliar superior média estimada de 30,8% (3,40 ± 0,37 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) dos regimes de 30 e 60% da Et₀ em relação aos regimes de 90 e 120% da Et₀ (2,35 ± 0,37 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) no período chuvoso e de 92,4, 73,2, 47,0 e 7,2% em relação aos regimes de 30, 60, 90 e 120% da Et₀ no período seco.

Da mesma maneira, a taxa de senescência foliar pode ser explicada pela elevada atividade metabólica das gramíneas sob os menores regimes hídricos. Neste caso, a senescência das folhas remanescentes do ciclo de crescimento anterior e a elevada taxa metabólica após o início do período chuvoso pode explicar o comportamento desta variável, dado que pode ter ocorrido a mobilização de nitrogênio das folhas mais velhas para as folhas que estão em rápida expansão, já que a quantidade remobilizada pode alcançar até 75% do nitrogênio (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996) e de aproximadamente 50% do carbono que pode vir a ser utilizado para a produção novas folhas (LEMAIRE e AGNUSDEI, 1999). Mazzanti e Lemaire (1994) justificaram ainda que uma maior TSF pode ocorrer quando as plantas encontram-se em um solo com boa fertilidade e bem suprido com adubação nitrogenada, o que acarretará em uma maior

taxa de alongamento foliar demandando maior quantidade de nitrogênio, podendo ser utilizado com fonte deste elemento as folhas mais velhas.

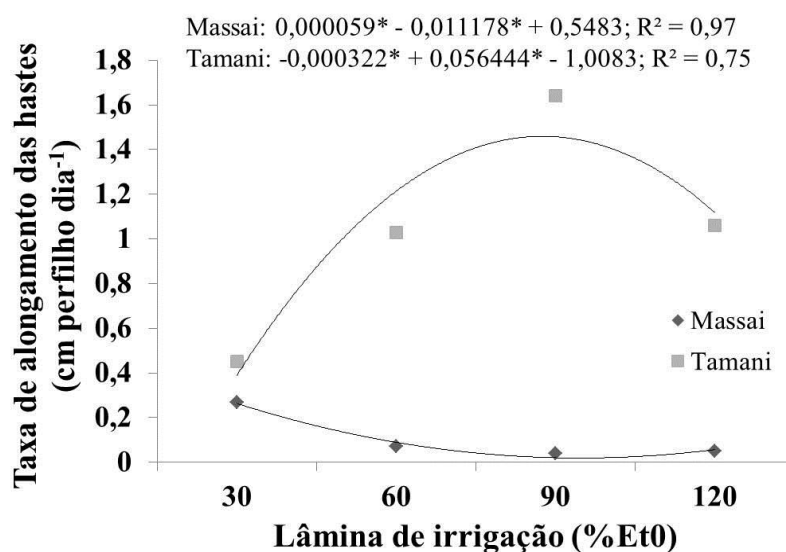
Tabela 8. Fluxo de biomassa dos capins Massai e Tamani durante o período chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Taxa de alongamento foliar (cm perf¹ dia⁻¹)								
Massai	2,72	2,36	1,98	1,77	2,21b	18,16	39,44*	1,72**
Tamani	4,85	3,60	3,19	2,55	3,55a			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			-0,017578* + 4,199167; R ² = 0,96					
Taxa de alongamento das hastes (cm perf¹ dia⁻¹)								
Massai	0,27	0,07	0,04	0,05	0,11b	54,25	53,55*	5,14*
Tamani	0,45	1,03	1,64	1,06	1,05a			
Taxa de senescência foliar (cm perf¹ dia⁻¹)								
Massai	0,26	0,25	0,22	0,24	0,24b	37,78	41,31*	2,81**
Tamani	1,04	0,82	0,62	0,43	0,72a			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			-0,003556* + 0,754167; R ² = 0,99					
Filocrono (dias)								
Massai	7,6	7,2	7,9	7,7	7,6a	11,31	23,06*	0,68**
Tamani	6,7	6,0	5,9	5,8	6,1b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			6,8 ± 0,2					

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

No que se refere a variável TAIH, verificou-se comportamento quadrático com ponto de máximo para o capim-tamani e de mínimo para o capim-massai, com médias estimadas de 1,46 e 0,01 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ sob os regimes de irrigação de 87 e 95% da Et₀, respectivamente (Figura 13). O alongamento das hastes do capim-tamani foi influenciado pela indução das características climáticas e da precipitação ao processo de florescimento. O incremento de 20% na TAIH das gramíneas sob o tratamento de 90% da Et₀ pode sugerir que este regime, quando utilizado na época seca, tenha sido o que melhor supriu hidricamente as plantas, posto que as mesmas quando em um período sem restrição de umidade, apresentaram melhor capacidade reprodutiva, embora que o alongamento das hastes não seja de interesse para o manejo racional da pastagem.

Figura 13 - Taxa de alongamento das hastes (TAIH) dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_{t0})), durante o período chuvoso



3.3 Características de biomassa e estruturais

3.3.1 Características estruturais e de biomassa na fase de estabelecimento

Verificou-se diferença significativa entre as características estruturais dos capins Massai e Tamani apenas para as variáveis BFM e ÂNG, tendo o capim-tamani apresentado 46,4% maior biomassa de forragem morta e um ângulo das hastes superior em 26,7° em referência ao capim-massai (Tabela 9). A maior biomassa de forragem morta encontrada no capim-tamani foi verificada no terço final das primeiras folhas identificadas no ensaio do fluxo de biomassa e parece ser uma característica intrínseca a esta gramínea, uma vez que a duração de vida das folhas foi semelhante ao capim-massai ($28,6 \pm 0,3$ dias) e que estavam, de modo geral, em boas condições de solo e de suprimento hídrico.

Tabela 9. Características estruturais, de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Massai e Tamani durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	BLV	BFM	EUABFV g MS ⁻¹ mm ⁻¹	DPP perf. vaso ⁻¹	NFV n ^o	ANG graus	ALT cm
Massai	4,05	0,30b	0,009	48	4,8	45,3b	9,7
Tamani	4,96	0,53a	0,012	46	4,5	61,8a	11,9
F	2,46**	7,65*	3,26**	0,12**	0,20**	6,39*	1,69**
CV (%)	22,41	35,05	21,64	16,33	18,24	21,08	26,01

Nota: BLV= Biomassa de lâmina foliar; BFM= Biomassa de forragem morta; EUABFV= Eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde; DPP= Densidade populacional de perfilhos; NFV= Número de folhas vivas; ANG= Ângulo das hastas; ALT= Altura do dossel. Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.3.2 Características estruturais e de biomassa no período seco

Não foi verificada interação (gramínea x lâmina de irrigação) em nenhuma das variáveis estruturais e dos componentes de biomassa no período seco (Tabela 10). Com relação ao efeito isolado de lâmina de irrigação, verificou-se efeito linear crescente para as variáveis BLV, BFM e EUABFV, com médias estimadas de 7,59 e 0,04 gramas vaso⁻¹ e 0,033 g MS⁻¹ mm⁻¹, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 120% da Et₀, respectivamente.

Embora tenha sido verificada diminuição do número de folhas vivas das gramíneas sob os tratamentos de 90 e 120% da Et₀, o menor número de folhas não trouxe decréscimos na produção de matéria seca de lâmina foliar. De igual modo, observa-se uma maior eficiência no uso da água quando está encontra-se prontamente disponível a planta.

Tabela 20. Características de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Massai e Tamani durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Biomassa de lâmina foliar verde (gramas vaso⁻¹)								
Massai	0,81	2,93	4,86	7,33	3,98	13,19	0,44**	3,10**
Tamani	0,79	2,46	4,66	8,59	4,12			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,078506* - 1,831667; R ² = 0,98					
Biomassa de forragem morta (gramas vaso⁻¹)								
Massai	0,01	0,04	0,07	0,01	0,03	100,51	1,13**	4,06**
Tamani	0,01	0,01	0,01	0,05	0,02			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,000267* + 0,006667; R ² = 0,66					
Eficiência do uso da água – BFV¹ (g MS⁻¹ mm⁻¹)								
Massai	0,013	0,023	0,023	0,030	0,022	17,4	0,25**	2,33**
Tamani	0,010	0,020	0,026	0,036	0,023			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,000228* + 0,005833; R ² = 0,96					

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Com referência as características estruturais dos capins Massai e Tamani durante o período seco, foi verificada interação (gramínea x lâmina de irrigação) tão somente para variável número de folhas vivas por perfilho (NFV) (Tabela 14). No tocante ao efeito isolado de gramínea, observou-se diferença significativa apenas para a variável DPP, com o capim-massai apresentado, em média, 19,3% a mais de perfilhos que o capim-tamani. Para o efeito isolado de lâmina de irrigação, verificou-se comportamento quadrático com ponto de máximo para a variável ALT e de mínimo para as variáveis DPP e ÂNG, com médias de 8,1 cm, 52 perfilhos vaso⁻¹, e 43,8° estimados nas lâminas de irrigação de 64, 50 e 92% da Et₀, nessa ordem.

O efeito de lâmina de irrigação nas características estruturais dos capins Massai e Tamani não foram tão marcantes. Para a altura do dossel, mesmo tendo sido verificado comportamento quadrático, o desvio em torno da média (0,8 cm) foi inexpressivo, ressaltando o baixo alongamento das hastes, característica estrutural importante que influencia na arquitetura do dossel (GOMIDE et al., 2003; SBRISSIA e SILVA, 2001) e na captação de forragem pelo animal quando em pastejo (CÂNDIDO, 2003). Quanto a DPP, observa-se ligeiro aumento no número de perfilhos, mas, de igual modo, não parece ser influenciado pelo regime hídrico, posto que verifica-se um número médio de 55 ± 5 perfilhos vaso⁻¹.

Pode se inferir a estabilização do número de perfilhos ainda na fase de estabelecimento, dado o número de plantas por vaso. Desse modo, o fato da permanência de três plantas distribuídas uniformemente no vaso, associado à elevada radiação incidente e ao potencial de perfilhamento destas cultivares de *M. maximus*, pode ter favorecido o rosetamento dos perfilhos. Estima-se que esse fenômeno pode ter ocorrido em função do surgimento de um grande número de perfilhos surgindo da base do colmo do perfilho principal, repelindo as hastes do centro para a extremidade, levando a uma menor angulosidade ($50,6 \pm 8,3^\circ$). Dessa forma, a limitação da luz que chega à base do dossel devido ao sombreamento, tanto das folhas como das hastes superpostas, pode ter ocasionado a inibição do perfilhamento.

Tabela 11. Características estruturais dos capins Massai e Tamani durante o período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (% E_t)

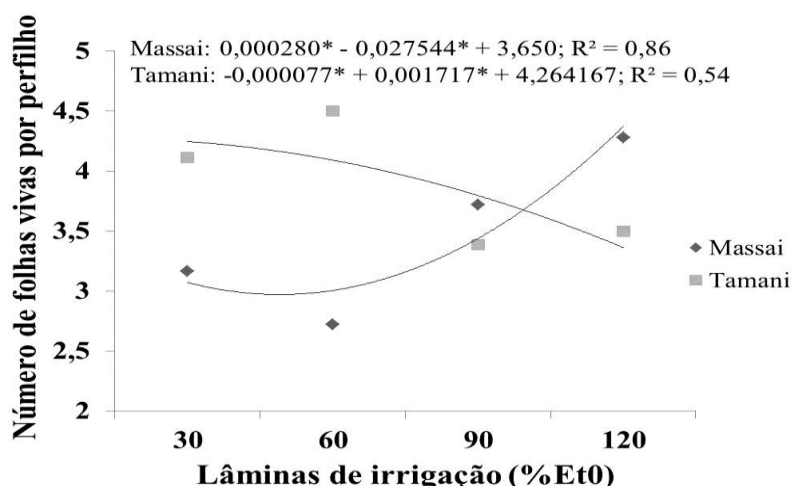
Gramínea	Lâminas de irrigação (% E_t)					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Densidade populacional de perfilhos (perf. vaso⁻¹)								
Massai	59	66	58	64	62a	20,35	6,69*	1,62**
Tamani	47	37	54	61	50b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,002176* - 0,219167* + 57,95833; $R^2 = 0,99$				
Número de folhas vivas por perfilho (n°)								
Massai	3,1	2,7	3,7	4,2	3,4	17,88	2,25**	4,77*
Tamani	4,1	4,5	3,3	3,5	3,8			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,000624* - 0,080111* + 10,67750; $R^2 = 0,99$				
Ângulo das hastes (graus)								
Massai	67,5	43,0	39,1	47,0	49,2	22,81	0,38**	1,08**
Tamani	58,8	49,6	53,4	46,5	52,1			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,004820* - 0,887378* + 84,699167; $R^2 = 0,93$				

Médias seguidas de letras distintas diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto à variável NFV, verificou-se efeito quadrático com ponto de mínimo e de máximo para os capins Massai e Tamani, sendo estimado número médio de 3,0 e 4,2 lâminas foliares por perfilho nos regimes de 120 e 30% da E_t , respectivamente. Conforme já discutido, a diminuição do número de folhas vivas do capim-tamani é

função do aumento do filocrono nos regimes de 90 e 120 da Et_0 , contudo, por razões não esclarecidas, não é entendido este fenômeno, uma vez que houve condições edafoclimáticas propícias para a manifestação positiva desta variável, como se observa no capim-massai.

Figura 14 - Número de folhas vivas por perfilho (NFV) dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% Et_0)), durante o período seco



3.3.3 Características de biomassa e estruturais no período chuvoso

Constatou-se interação (gramínea x lâmina de irrigação) para as variáveis de biomassa de colmo verde (BCV) e de forragem morta (BFM) dos capins Massai e Tamani durante o período chuvoso. Para o efeito isolado de gramínea, o capim-tamani diferiu significativamente do capim-massai para as variáveis BCV e BFM, tendo constatado uma biomassa de colmo superior em 99,2% e de material morto em 97,1%.

A despeito de não ter sido constatado efeito significativo para a biomassa de lâmina foliar verde, é pertinente ressaltar o incremento na produção de matéria seca quando das mudanças climáticas e da suplementação ocasionada pela precipitação. Fica nítido o potencial de produção de biomassa destas forrageiras e da recuperação pós-tratamento de irrigação, com destaque para as gramíneas sob os regimes de 30 e 60% da Et_0 , onde se observou um acréscimo de 96,4 e 77,1% na produção de biomassa de lâmina foliar, respectivamente. Acréscimos substanciais também foram verificados nos regimes de 90 e 120% da Et_0 com aumentos de 66,9 e 42,0% na produção de biomassa de lâminas foliares em relação ao período seco, nessa ordem.

Tabela 12. Características de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Massai e Tamani durante o período chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Biomassa de lâmina foliar verde (gramas vaso⁻¹)								
Massai	15,40	14,63	17,93	12,53	15,12	18,88	4,14**	1,39**
Tamani	13,86	10,50	13,66	13,66	12,92			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				14,02 ± 1,47				
Biomassa de colmo verde (gramas vaso⁻¹)								
Massai	0,01	0,01	0,10	0,01	0,03b	78,45	37,68*	4,77*
Tamani	0,67	3,53	7,63	4,13	3,99a			
Biomassa de forragem morta (gramas vaso⁻¹)								
Massai	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01b	127,72	13,14*	4,41*
Tamani	0,90	0,40	0,10	0,01	0,35a			
Eficiência do uso da água – BFV (g MS⁻¹ mm⁻¹)								
Massai	0,046	0,033	0,036	0,020	0,034	25,80	0,20**	0,88**
Tamani	0,040	0,033	0,040	0,030	0,035			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,0361 ± 0,007				

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

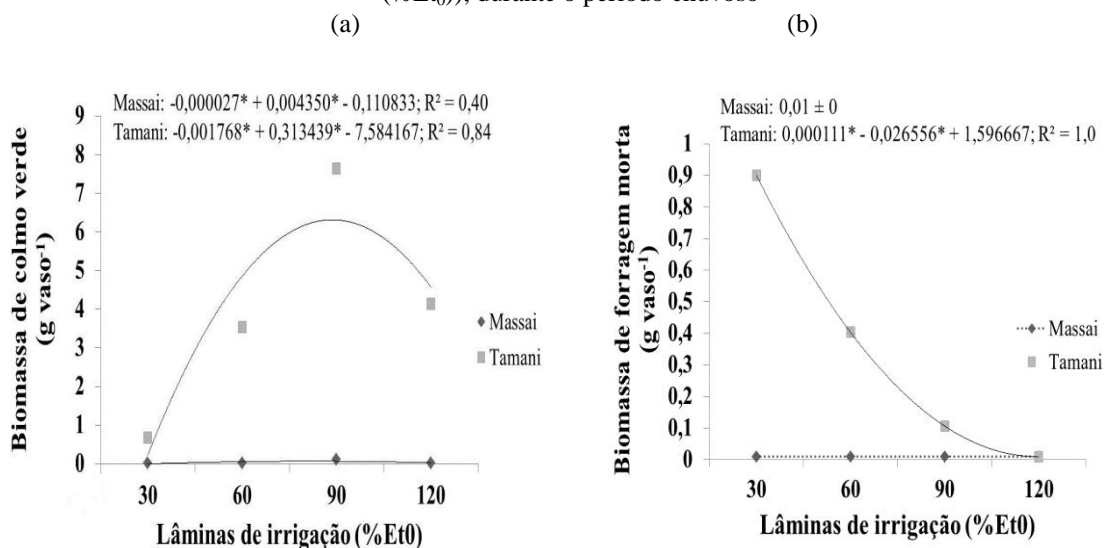
Com relação à variável BCV, observou-se comportamento quadrático com ponto de máximo de 0,06 e 6,30 gramas vaso⁻¹ para os capins Massai e Tamani, estimados nas lâminas de irrigação de 80 e 89% da Et₀, respectivamente. No que se refere a variável BFM, foi verificado no capim-tamani efeito quadrático com ponto de mínimo, com médias estimadas de 0,008 e 0,90 gramas vaso⁻¹, nas lâminas de irrigação de 30 e 120% da Et₀, nessa ordem.

A maior biomassa de colmo verde verificada no capim-tamani é explicada pelo processo de alongamento das hastes (Figura 15a) para o lançamento da inflorescência, conforme já discutido neste estudo. Já com referência ao acúmulo de forragem morta, esta foi tão maior quanto foi a resposta das gramíneas frente às mudanças climáticas observada no período, uma vez que a BFM tem correlação positiva com o aumento da TAIF (Tabela 8), sendo resultado da provável mobilização de nutrientes dos tecidos mais velhos para a zona meristemática.

Com relação ao capim-massai, nas condições deste estudo, apresentou pelo menos duas características estruturais muito importantes para o manejo de gramíneas tropicais, sejam elas, o processo de alongamento das hastes e a taxa de senescência

foliar. O primeiro traz implicações no consumo dos animais em pastejo (CÂNDIDO, 2003) pela diminuição da relação lâmina foliar/colmo (BUXT e FALES, 1994) trazendo consequências negativas para digestibilidade da biomassa vegetal (VAN SOEST, 1994) dado que a fração colmo passa agora a ser um possível componente da dieta. Já a fração morta da biomassa vegetal tende a ser rejeitado pelos animais em pastejo, causando acúmulo de macega e inibindo o perfilhamento através aumento do coeficiente de extinção luminosa, causado pelo impedimento da incidência de luz em quantidade e qualidade que chega a base dos perfilhos.

Figura 15 - Biomassa de colmo verde (BCV) (a) e biomassa de forragem morta (BFM) (b) dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)), durante o período chuvoso



Com relação às características estruturais dos capins Massai e Tamani durante o período chuvoso, foi verificado efeito de interação (gramínea x lâmina de irrigação) apenas para a variável altura do dossel (ALT) (Tabela 13). No tocante ao efeito isolado gramínea, foi constatado diferença significativa para todas as variáveis estruturais. O capim-massai apresentou as maiores médias de DPP e F/C, com 19,3% a mais no número de perfilhos e uma relação lâmina foliar/colmo superior em 99,5% em relação ao capim-tamani. Já o capim-tamani apresentou as maiores médias de NFV, ALT e ÂNG. Para estas variáveis, observou-se no capim-tamani um aumento de 16,9, 29,1 e 26,8% no número de folhas vivas por perfilho, altura do dossel e ângulo das hastes, respectivamente em relação ao capim-massai.

Para o efeito isolado de lâmina de irrigação, verificou-se comportamento quadrático com ponto de máximo para as variáveis DPP e ÂNG e de mínimo para as variáveis F/C e NFV, com 52 perfilhos vaso⁻¹, 66,0° de ângulo das hastes, 786 de relação lâmina foliar/colmo e 4,08 folhas por perfilho, estimados nas lâminas de irrigação de 50, 84, 57 e 120% da Et₀, respectivamente.

A DPP das gramíneas Massai e Tamani não sofreu efeito das mudanças ocorridas neste período devido a estabilização do número de perfilhos, motivado pelo fenômeno de rosetamento das plantas, fenômeno este já discutido neste trabalho. O ângulo das hastes aumentou em média $29,1 \pm 6,0^\circ$ em todos os tratamentos, resultado do alongamento das hastes, especialmente do capim-tamani, para emissão da inflorescência, o que causou uma expressiva diferença da relação lâmina foliar/colmo se equiparado ao capim-massai de 99,0, 99,7, 99,9 e 99,7% em relação aos regimes de 30, 60, 90 e 120% da Et₀, nessa ordem. Vale destacar que não foi verificada massa de colmo verde suficiente para a sua determinação nas fases de estabelecimento e período seco, o que não permite realizar uma comparação entre períodos para esta variável. O ligeiro aumento no número de folhas vivas do capim-tamani de 25 e 22% nos regimes de 90 e 120% da Et₀, respectivamente em comparação ao período seco, pode ser explicado pelo surgimento da folha bandeira, já que em ambos tratamentos ocorreu plenamente o florescimento.

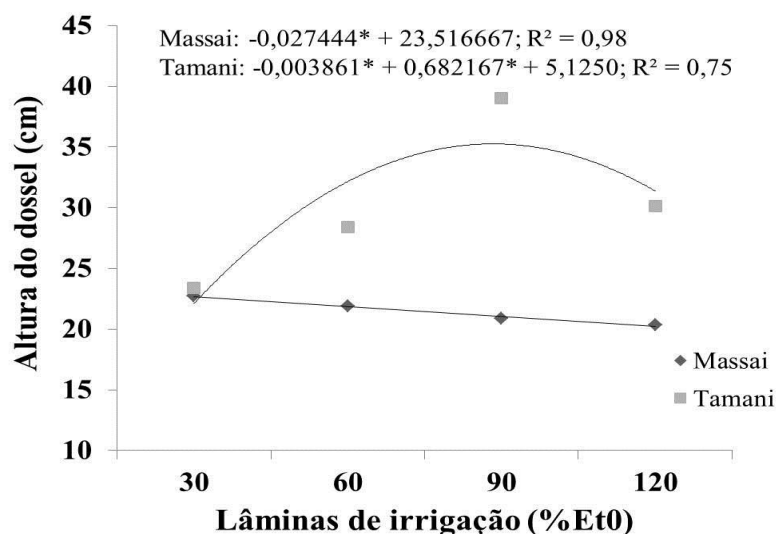
Tabela 13. Características estruturais dos capins Massai e Tamani durante o período chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					Média	CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	G			G x L	
Densidade populacional de perfilhos (perf. vaso⁻¹)									
Massai	59	66	58	64	62a	20,35	6,69*	1,62**	
Tamani	47	37	54	61	50b				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		0,002176* - 0,219167* + 57,95833; R ² = 0,99							
Relação lâmina foliar/colmo									
Massai	1540	1463	1600	1253	1464a	25,40	365,7*	0,97**	
Tamani	15	03	01	04	06b				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		-0,035541* + 4,064622* + 670,31750; R ² = 0,64							
Número de folhas vivas por perfilho (n^o)									
Massai	3,6	3,7	3,5	3,6	3,62b	10,66	17,91*	0,43**	
Tamani	4,0	4,3	4,4	4,5	4,36a				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		-0,000024* + 0,006036* + 3,701250; R ² = 0,68							
Altura do dossel (cm)									
Massai	22,7	21,9	20,8	20,3	21,4b	18,91	19,31*	3,35*	
Tamani	23,3	28,4	39,0	30,1	30,2a				
Ângulo das hastes (graus)									
Massai	75,6	52,4	52,9	61,5	60,0b	15,81	21,63*	1,27**	
Tamani	84,4	78,2	85,9	79,5	82,0a				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		0,004392* - 0,740083* + 97,201667; R ² = 0,79							

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Com referência a variável ALT, observou-se comportamento quadrático com ponto de máximo para o capim-tamani e efeito linear decrescente para o capim-massai com médias de 40,0 e 22,2 cm de altura do dossel, estimados nas lâminas 88 e 120% da Et₀, nessa ordem (Figura 16). O aumento na altura do dossel do capim-tamani é função do alongamento das hastes para a entrada no período reprodutivo (Figura 11). O capim-massai, por outro lado, não apresentou alongamento das hastes, independentemente do tratamento de irrigação, mantendo um dossel médio de 21,4 ± 1,0 cm.

Figura 16 - Altura do dossel (ALT) dos capins Massai e Tamani submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)), durante o período chuvoso



4. CONCLUSÕES

No período seco, a aplicação da lâmina de 30% da Et₀ possibilita a manutenção das gramíneas sem comprometimento da recuperação do status morfofisiológicos com a chegada do período das águas.

O capim-massai apresenta as melhores características estruturais independentemente do período do ano, principalmente pela reduzida taxa de alongamento das hastes.

De modo geral, as gramíneas Massai e Tamani mostram-se responsivas a um solo de textura média e de fertilidade construída, mantendo a produtividade até os maiores regimes de irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUXT, D.R., FALES, S.L. Plant environment and quality. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) *Forage quality, evaluation and utilization*. Madison: **American Society of Agronomy**. p.155-199, 1994.
- CÂNDIDO, M.J.D. **Morfofisiologia e crescimento do dossel e desempenho animal em Panicum maximum cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso**. Viçosa, MG. UFV. 2003. 134p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa. 2003.

- FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.
- FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.funceme.br>. Acesso em: 06/09/2016.
- GOMIDE, J.A.; CÂNDIDO, M.J.D.; ALEXANDRINO, E. As interfaces solo-planta-animal da exploração da pastagem. **IV NEFOR**, UFLA, MG. 2003.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 10/09/2016.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**, Guanabara Koogan. Rio de Janeiro: 2009. 452p.
- LEMAIRE, G. CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J., ILLIUS, A.W. **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p.30-36.
- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilisation. In: MORAES et al. (eds.) **International Symposium Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**, Curitiba, UFPR, 1999. p.165-186.
- MAZZANTI A. e LEMAIRES, G. Effect of nitrogen fertilisation on the herbage production of tall fescue swards grazed continuously with sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilisation. **Grass and Forage Science**, v.49, p.352-359, 1994.
- MEDEIROS, S.S.; REIS, C.F.; SANTOS JÚNIOR, J.A. et al. Manejo de irrigação do tanque Classe A. **INSA**, 2013. Cartilha, 8p.
- PAN, Y.; HON, J.; JENKINS, J. et al. Importance of foliar nitrogen concentration to predict forest productivity in the Mid-Atlantic Region. **Forest Science**, v.50, n.3, p.279-289, 2004.
- POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; LOPES, M. N. et al. Características morfofisiológicas do capim-aruaana sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.11, n.4, p.1187-1210, 2010.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. et al. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa, MG, CFSEMG/UFV, 1999. 359p.
- SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306 p.
- SBRISSIA, A. F., Da SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:SBZ, 2001. p.731-754.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3° ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722p.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**, Ed. 2. Cornell University Press, Ithaca, NY, 1994. 476p.

CAPÍTULO VII

MORFOFISIOLOGIA DOS CAPINS PAIAGUÁS E PIATÃ CULTIVADOS EM SOLO DE TEXTURA MÉDIA, SOB DIFERENTES SUPRIMENTOS HÍDRICOS, NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO

RESUMO

Objetivou-se avaliar as trocas gasosas, as características morfogênicas, produtivas e estruturais dos capins Paiaguás e Piatã em diferentes regimes de irrigação em solo de textura média. A avaliação das trocas gasosas foi realizada em duas fases: estabelecimento, sendo realizado um curso diário sob o regime de irrigação de 100% E_{t0} ; e nos períodos seco e chuvoso, sob os regimes de lâminas de irrigação de 30, 60, 90 e 120% da E_{t0} . Para o ensaio de fluxo de biomassa e para as características estruturais e de componentes da biomassa foram realizadas em três períodos: estabelecimento, sob o regime de 100% da E_{t0} ; e seco e chuvoso sob os regimes de 30, 60, 90 e 120% da E_{t0} . Não foi verificada diferença significativa no ensaio de trocas gasosas nas fase de estabelecimento e períodos seco e chuvoso, tendo sido observado apenas efeito de lâmina de irrigação com a redução da fotossíntese constatado a partir das 14:00 na fase de estabelecimento e aumentos crescentes nos parâmetros fisiológicos aos incrementos no suprimento hídrico. No que se refere ao fluxo de biomassa, foi verificado no capim-paiaguás maior taxa de alongamento das hastes e de senescência foliar no período chuvoso, não sendo observado diferença na fase de estabelecimento e período seco. Já com referência às características estruturais e de biomassa, verificou-se maior EUA_{BFV} e BLV no capim-piatã na fase de estabelecimento, ao mesmo tempo em que nos períodos seco e chuvoso, observou-se maiores ALT, BCV e BFM no capim-paiaguás. Conclui-se que as gramíneas apresentam bom potencial para uso em sistemas de baixo regime de irrigação ou em condições de sequeiro em solos de textura média, sobretudo a cultivar Piatã.

Palavras-chave: Regimes de irrigação, características estruturais, *U. brizantha*.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the gas exchange, the morphogenic, productive and structural characteristics of the Paiaguás and Piatã grasses in different irrigation regimes in medium textured soils. The evaluation of the gas exchanges was carried out in two phases: establishment, being carried out a daily course under the irrigation regime of 100% E_{t0} ; and in the dry and rainy periods, under the irrigation sludge regimes of 30, 60, 90 and 120% of E_{t0} . For the biomass flow test and for the biomass and structural characteristics were performed in two periods: dry and rainy under the regimes of 30, 60, 90 and 120% of E_{t0} . There was no significant difference in the gas exchange test in the establishment phase and in the dry and rainy periods, with only the effect of irrigation lamina being observed with the reduction of the photosynthesis observed from 14:00 hours in the establishment phase and increasing increases in the parameters increases in water supply. Regarding the biomass flow, it was verified in paiaguás grass a higher stalk length and leaf senescence in the rainy season, and no difference was observed in the establishment phase and dry period. Regarding the structural and biomass characteristics, there was a higher EUA_{BFV} and BLV in the piatã grass in the establishment phase, while in the dry and rainy periods, higher ALT, BCV and BFM were observed in paiaguás grass. It is concluded that the grasses present good potential for use in systems of low irrigation regime or in dry conditions in soils of medium texture, mainly the cv. Piatã.

Keywords: Irrigation regimes, structural features, *U. brizantha*.

1. INTRODUÇÃO

Em condições edafoclimáticas favoráveis, as pastagens atendem prontamente as exigências nutricionais da grande maioria das categorias animais. No entanto, em situação inversa, ocorre a queda na qualidade da forragem comprometendo a produção animal (BRÂNCIO et al., 2003). Além do mais, fica óbvio o entendimento de que não é possível produzir grandes quantidades de biomassa em quantidade e qualidade sob deficiências hídricas e nutricionais.

O entendimento dos mecanismos fisiológicos e morfológicos de uma espécie forrageira permite um melhor entendimento das características estruturais do dossel, que por sua vez, influenciam na ingestão de forragem pelo ruminante em pastejo, como a biomassa vegetal, a altura do dossel, a existência de material morto e a relação lâmina foliar/colmo (EUCLIDES et al., 1999). Essas características, por seu turno, são influenciadas pelas taxas de aparecimento, de alongamento e de senescência foliar, que apesar de serem determinadas geneticamente, podem ser influenciadas pelos fatores ambientais (CHAPMAN e LEMAIRE, 1993).

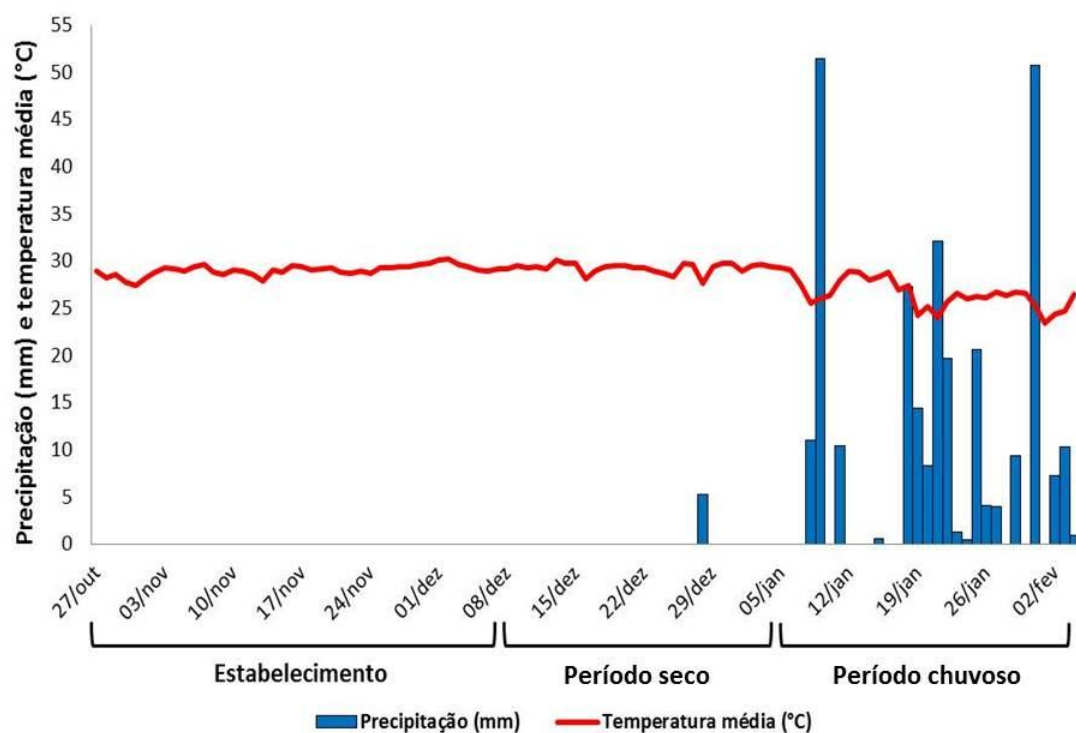
Os organismos vegetais respondem de forma diferente aos agentes estressantes de maneira geneticamente determinada. Sob estresse hídrico e nutricional, algumas plantas lançam mão de estratégias morfofisiológicas como a redução da produção de matéria seca, diminuição do tamanho da folha, florescimento precoce, ajustes na relação parte aérea/raiz e senescência e abscisão foliar prematura (LARCHER, 2000), que influenciam negativamente o acúmulo de forragem quanti-qualitativamente. Por outro lado, tais mecanismos permitem maior plasticidade e adaptação, conferindo a perenidade da forrageira na pastagem.

No intuito de incrementar a produção de forragem nas condições edafoclimáticas do Semiárido Brasileiro, objetivou-se avaliar as características morfofisiológicas das gramíneas Paiaguás e Piatã submetidos a diferentes suprimentos hídricos e cultivados em solo de textura média.

2. MATERIAL E MÉTODOS

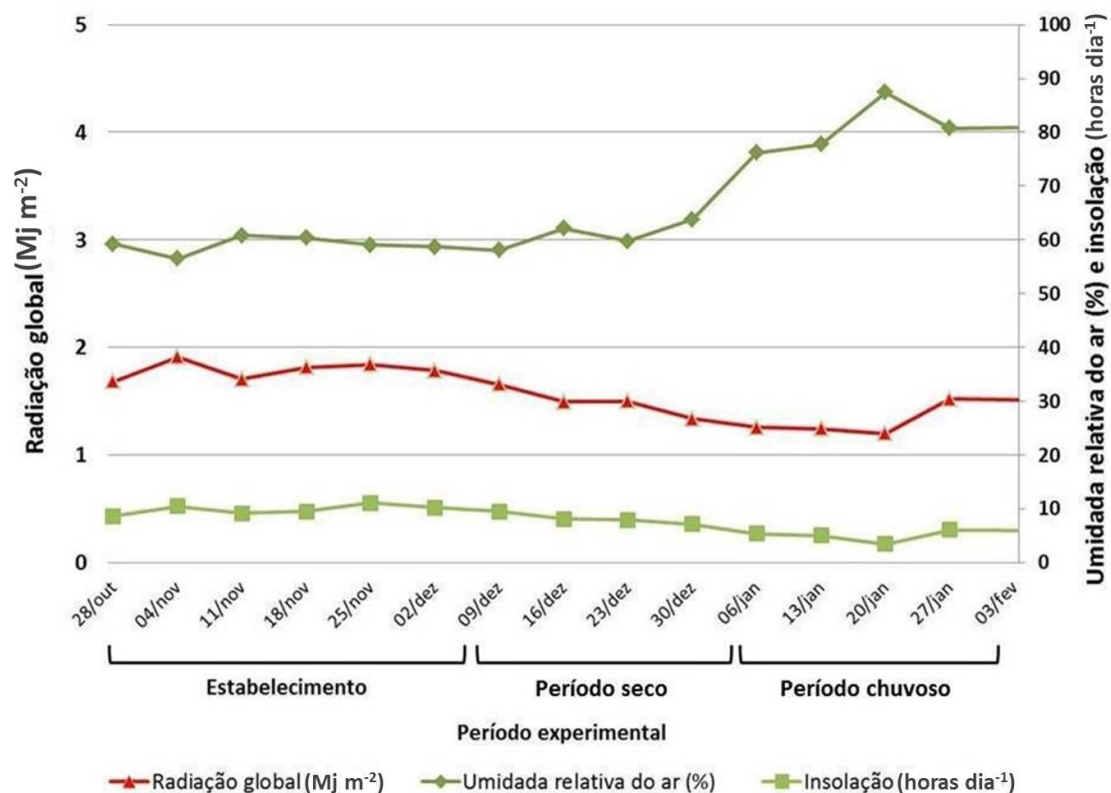
O experimento foi conduzido na Fazenda Três Lagoas, pertencente à Embrapa Caprinos e Ovinos situada em Sobral – CE, sob coordenadas geográficas de 3°45'00.77" latitude sul, longitude a oeste de Greenwich de 40°20'38.55" e altitude aproximada de 101 metros em relação ao nível do mar. O clima da cidade de Sobral, segundo classificação de Köppen - Geiger, é do tipo Aw', Semiárido quente, com chuvas compreendidas no período verão-outo; com precipitações e temperaturas médias de 912,0 mm e 28,5°C, respectivamente (FUNCEME, 2016). As atividades experimentais abrangeram o período de setembro de 2015 a fevereiro de 2016. Os dados de temperatura média, precipitação, umidade relativa, radiação e insolação encontram-se nas Figuras 1 e 2 (INMET, 2016).

Figura 1 - Médias semanais de temperatura média e precipitação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos



Fonte: INMET, 2016.

Figura 2 - Médias semanais de radiação global, umidade relativa do ar e insolação registrada durante o período experimental, divididas em três períodos



Fonte: INMET, 2016.

O ensaio foi conduzido em vasos a pleno sol. Utilizou-se como substrato a camada de 0-0,2 m de um solo do tipo Luvisolo Crômico Órtico (SANTOS et al., 2006) coletado nas dependências da unidade da Embrapa Caprinos e Ovinos, sob coordenadas geográficas de 3°45'25.75" latitude sul e 40°20'50.94" longitude a oeste de Greenwich. As análises química e granulométrica do solo Luvisolo encontram-se na Tabela 1. Como procedimento de colheita, foi realizada a limpeza superficial da área para retirada da serrapilheira e coleta do solo. Logo em seguida, o solo passou por destorroamento e peneiramento para eliminação de partes grosseiras e materiais estranhos. Os vasos foram preenchidos com 7,5 dm³ de solo e alocados em bancadas de metal (Figura 3).

A partir dos resultados da análise de solo procederam-se as correções de acordo com o Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – RIBEIRO et al., (1999). O solo foi corrigido para P (30 kg ha⁻¹ ou 15 mg dm³) utilizando como fontes deste nutriente o superfosfato simples (18% de P₂O₅). Convertendo os valores para o volume do solo de 7,5 dm³, utilizou-se 0,625g de P₂O₅ por vaso em única aplicação. A prática da calagem não foi necessária tendo em conta a saturação por bases de 71%,

atendendo as exigências das gramíneas (RIBEIRO et al., 1999). O solo foi ainda corrigido para micronutrientes com uma dose equivalente de 50 kg ha⁻¹ ou 0,19 gramas vaso⁻¹, tendo como fonte dos nutrientes o formulado FTE BR-12.

Figura 3 - Visão geral da área experimental



Tabela 1. Atributos químicos e granulométricos da camada de 0-0,2 m do solo Luvissole

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H + Al	Al	SB	CTC
H ₂ O	g dm ⁻³	---mg dm ⁻³ ---		-----mmol _c dm ⁻³ -----					
6,2	18	32	183	40	15	25	0	55,7	84,9
V	S	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
%		-----mg dm ⁻³ -----							
71	4	6	0,21	0,5	8	11,8	0,85		
Argila		Silte		Areia total		Areia grossa		Areia fina	
-----g kg ⁻¹ -----									
189		181		630		320		310	

pH – potencial hidrogeniônico; M.O. – matéria orgânica (baixo); P – fósforo (muito bom); K – potássio (muito bom); Ca – cálcio (bom); Mg – magnésio (bom); H + Al – acidez potencial (baixo); Al – alumínio; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca de cátions; V – saturação por bases; S – enxofre; Na – sódio; B – boro (baixo); Cu – cobre (baixo); Fe – ferro (muito baixo); Mn – manganês (bom); Zn – zinco (baixo). (RIBEIRO et al., 1999).

Fase de estabelecimento

As gramíneas foram transplantadas para os vasos através de mudas produzidas em casa de vegetação (Figura 4a). Tal medida foi tomada diante do constante ataque de pássaros (Figura 4b), o que inviabilizou o estabelecimento das gramíneas por meio de sementes. As mudas foram transplantadas 10 dias após a germinação (Figura 5).

Figura 4 - Produção das mudas das gramíneas em casa de vegetação (a) e detalhe para o ataque de pássaros (b)

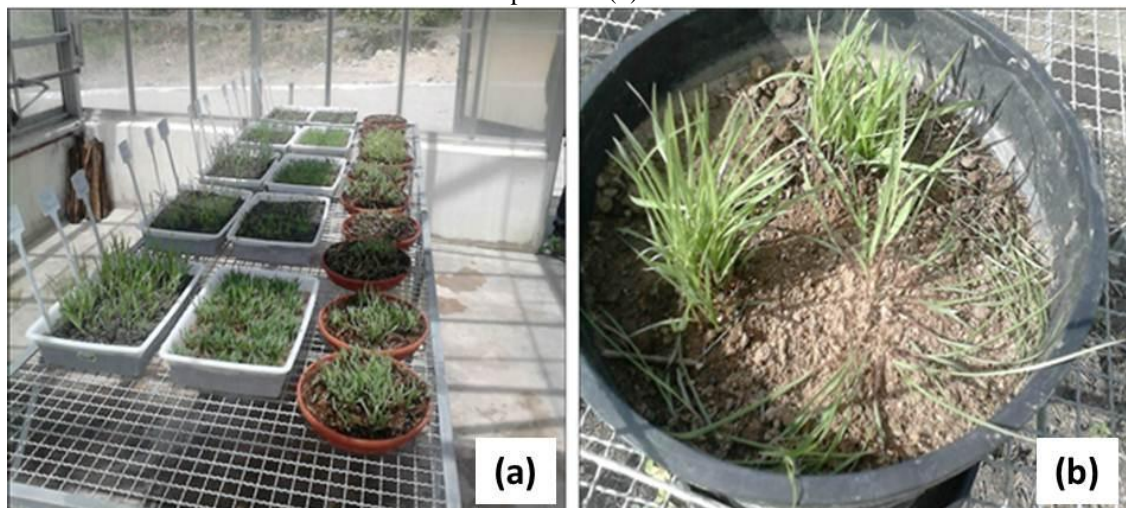


Figura 5 - Detalhes para o transplântio das mudas dos capins Paiaguás e Piatã



A aplicação de adubo nitrogenado foi realizada sete dias após o transplântio das plântulas tendo como fonte de nitrogênio a uréia (45% de nitrogênio). O adubo foi aplicado via água de irrigação para evitar perdas por volatilização. Foi utilizada uma

dose equivalente a 90 kg ha⁻¹ciclo ou 45 mg dm³ de N, perfazendo uma aplicação de 0,74 gramas de uréia para o volume de solo de 7,5 dm³. A adubação foi parcelada de duas aplicações, sendo a segunda metade aplicada 10 dias após a primeira.

A lâmina de irrigação utilizada na fase de estabelecimento segue como parâmetro a evaporação diária coletada do Tanque Classe 'A' (MEDEIROS et al, 2013) para posterior estimativa da evapotranspiração de referência (Et₀). O Tanque Classe 'A' é pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET – Estação Sobral), distante do local experimental aproximadamente 489 metros.

O cálculo da lâmina de irrigação utilizada no período de estabelecimento (100% da evapotranspiração de referência – Et₀) é composto pelo produto da equação:

$$Et_0 = K_p * E_t$$

Em que,

Et₀: Evapotranspiração de referência;

K_p: Coeficiente do tanque Classe 'A', adimensional, e;

E_t: Evaporação do tanque, mm dia⁻¹.

Para a correção do volume de água a ser aplicado em função do volume de solo, efetuou-se a multiplicação do produto da Et₀ pela área do vaso, conforme a equação abaixo:

$$\text{Lâmina de irrigação} = Et_0 * \text{área do vaso}$$

A coleta dos dados de evaporação obtidas pelo tanque Classe 'A' foi realizada diariamente por volta de 08:30 horas. Após 42 dias de estabelecimento, procedeu-se o corte das gramíneas finalizando o tratamento com a lâmina de 100% da Et₀. O croqui experimental da fase de estabelecimento encontra-se na figura 4.

Crescimento dos capins Paiaguás e Piatã nos períodos seco e chuvoso

Logo em seguida ao corte equivalente a 2/3 das folhas, após o período de crescimento de 26 dias, as gramíneas foram submetidas ao tratamento com quatro lâminas de irrigação: 30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (Et₀). O croqui experimental encontra-se na figura 5.

Figura 6 - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal na fase de estabelecimento dos capins Paiaguás e Piatã sob o tratamento com a lâmina de 100% da E_{t0} . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo

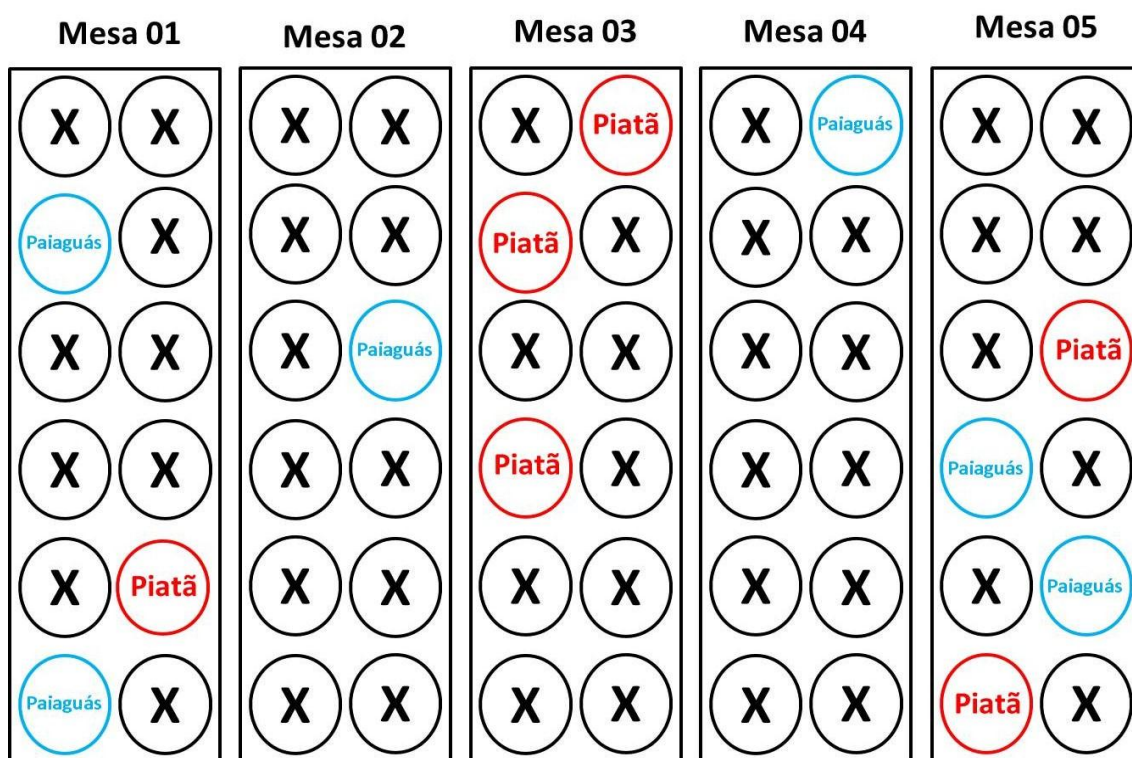
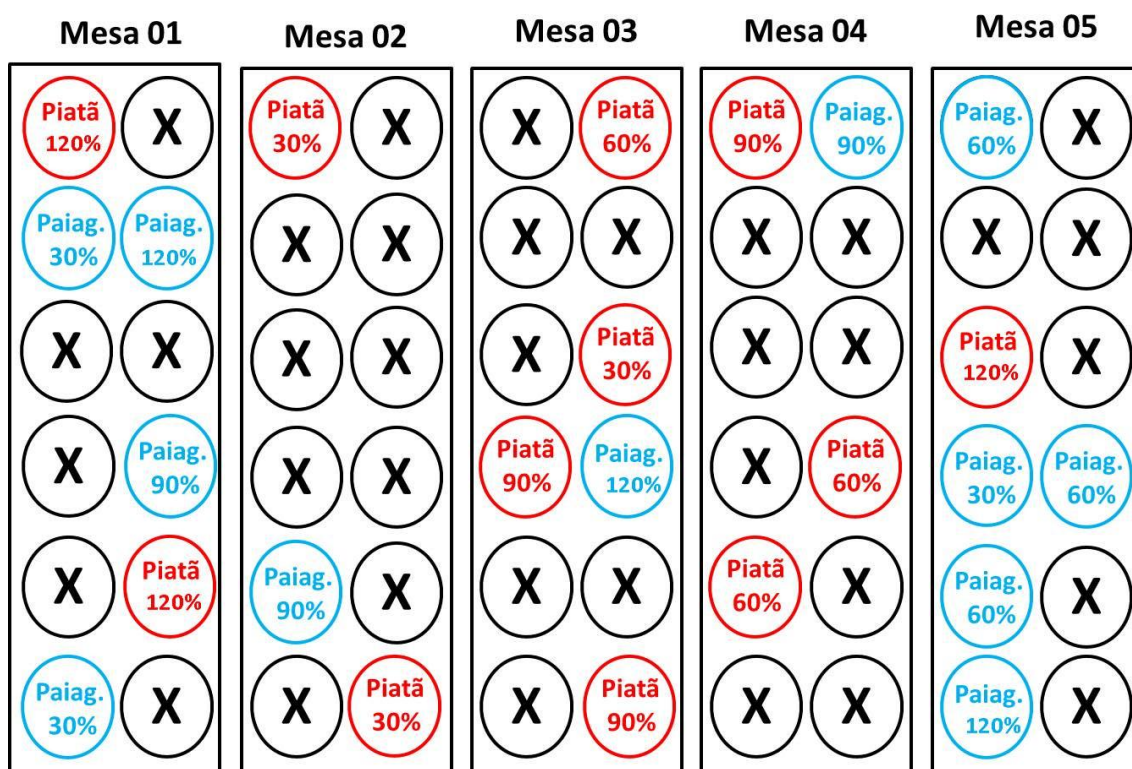


Figura 7 - Distribuição espacial dos vasos em bancadas de metal durante os períodos seco e chuvoso dos capins Paiaguás e Piatã sob os tratamentos com as lâminas de irrigação de 30, 60, 90 e 120% da E_{t0} . Os círculos marcados com “x” representam vasos de outras forrageiras não avaliadas neste capítulo



Para a estimativa do fim do período de crescimento, foi levado em conta o início do processo de senescência da primeira folha produzida na rebrotação da cultivar mais tardia (*U. brizantha* cv. Piatã) sob o tratamento com a lâmina de 90% da Et_0 . A escolha da lâmina de 90% da Et_0 leva em consideração o volume hídrico que mais se aproxima daquele utilizado na fase de estabelecimento (100% da Et_0).

Para o manejo da irrigação foram adotados os mesmos procedimentos tomados na fase de estabelecimento. A adubação nitrogenada (15 mg de N dm^{-3} de solo) foi aplicada via água de irrigação imediatamente após o corte das gramíneas.

Ensaio I - Avaliação das trocas gasosas

As avaliações de trocas gasosas foram realizadas por intermédio do analisador de CO_2 por infravermelho, IRGA modelo LCpro-SD (ADC Bioscientific Ltd Hoddesdon, Hertfordshire, UK). Na fase de estabelecimento as análises foram realizadas ao término do período (42 dias) onde foi realizado um curso de diário de trocas gasosas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições.

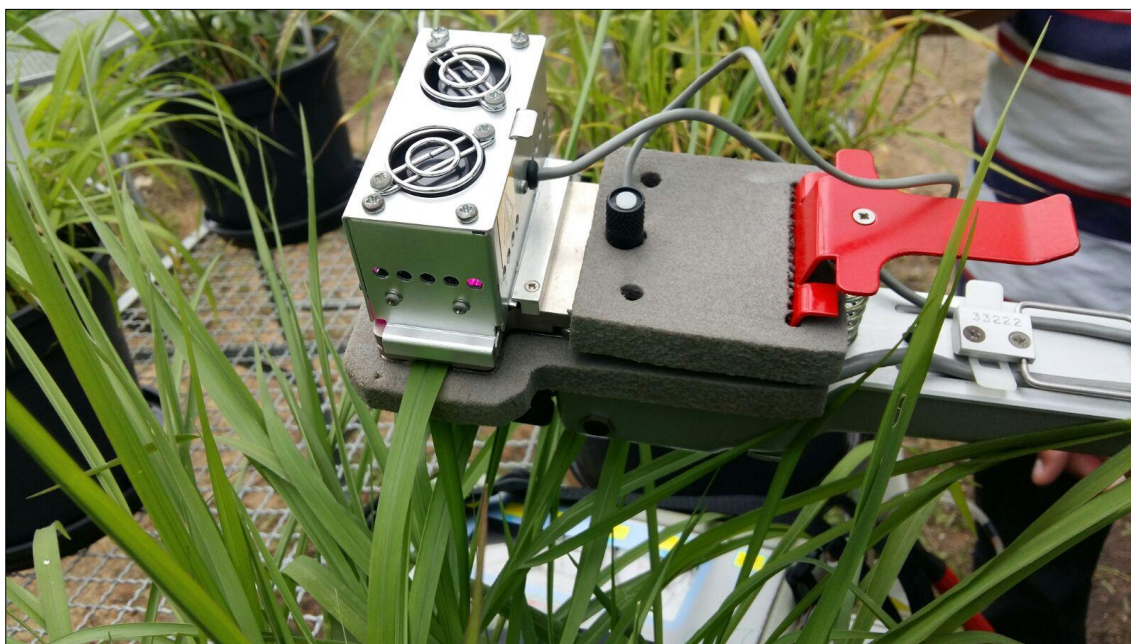
Os dados climatológicos de temperatura do ar, umidade relativa, radiação e velocidade do vento aferidos a cada período de coleta (horas) encontram-se na Tabela 2. Para cada vaso (unidade experimental) foi escolhido um perfilho, tomando a porção mediana da folha recém-expandida para a leitura do aparelho. (Figura 6).

Tabela 2. Temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação e velocidade do vento, registrados a cada horário de coleta durante a aferição das trocas gasosas na fase de estabelecimento

Período do dia (horas)	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Radiação ($Mj\ m^{-2}$)	Vento ($m\ s^{-1}$)
8	22,8	83	1,088	0,0
10	27,0	68	1,975	0,4
12	31,0	54	1,751	3,9
14	34,2	39	1,694	4,2
16	36,0	31	0,176	5,1

Fonte: INMET, 2016.

Figura 8 - Detalhe da aferição das trocas gasosas na porção mediana da folha



Nas fases seguintes (período seco e período chuvoso) o delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizados em esquema de parcelas subdivididas, tendo os períodos as parcelas (período seco e período chuvoso) e as lâminas de irrigação as subparcelas (30, 60, 90 e 120% da E_{t0}), com três repetições.

As leituras durante o tratamento com o regime de lâminas de irrigação foram realizadas no 10º dia após o corte correspondente ao início de cada ciclo de crescimento, adotando os mesmos cuidados tomados na fase de estabelecimento. As leituras foram realizadas sempre logo após a irrigação das plantas, por volta de 9:00 e 10:00 da manhã.

Foram analisadas as variáveis, temperatura da folha (TFOL, °C), concentração interna de CO_2 na folha (C_i , ppm), taxa de transpiração foliar (E , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e taxa de fotossíntese foliar (A , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Os dados foram analisados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. Para o efeito de tempo, na fase de estabelecimento e de lâmina de irrigação nos períodos seco e chuvoso, foi realizada análise de regressão baseado em modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Para o efeito de período, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e a interação (período x lâmina de irrigação) foi desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. Como ferramenta de auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

Ensaio II – Avaliação do fluxo de biomassa

Na fase de estabelecimento, após a aclimação das gramíneas pós-transplântio, procedeu-se o desbaste para permanência de três plantas por vaso. Cada perfilho foi identificado com uma haste de cor diferente para o ensaio de morfogênese (Figura 7). Para cada perfilho identificado, foi mensurado o comprimento da lâmina foliar a partir da lígula exposta, quando a folha encontrava-se completamente expandida, e da lígula da folha imediatamente inferior, quando se tratava de uma folha em expansão. O comprimento total da folha é dividido em fração verde e fração morta, sendo este último obtido por diferença do comprimento total. A altura das hastes foi obtida através da aferição do comprimento da lígula da última folha expandida em relação ao solo. O intervalo de avaliação deu-se a cada três dias.

Figura 9 - Detalhe para a identificação dos perfilhos de capim-paiaguás para o ensaio de fluxo de biomassa



O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas tendo os períodos (seco e chuvoso) as parcelas e as lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da E_{t0}) as subparcelas, com três repetições.

Através do acompanhamento do fluxo de biomassa das forrageiras, foi possível estimar a taxa de alongamento das folhas ($TAIF = \text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$), das hastes ($TAIH = \text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$), de senescência foliar ($TSF = \text{cm perf}^{-1}\text{dia}^{-1}$) e filocrono, variável que

mostra o tempo necessário, em dias, até a completa expansão da folha, o qual é observado com a exposição da lígula.

Os dados foram analisados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. Para o efeito de lâmina de irrigação, foi realizada análise de regressão baseado em modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Para o efeito de período, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e a interação (período x lâmina de irrigação) desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. Como ferramenta de auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

Ensaio III - Avaliação das características estruturais e de biomassa

Ao término de cada período de crescimento (seco e chuvoso) foram realizadas as seguintes mensurações anteriores ao corte das gramíneas: altura do dossel (ALT), número de folhas vivas por perfilho (NFV) e densidade populacional de perfilhos (DPP).

A altura do dossel foi auferida com o auxílio de uma régua, sendo tomadas cinco alturas aleatoriamente em cada repetição (vaso) partindo do solo até o encontro da régua com a curvatura das folhas no dossel. O número de folhas vivas por perfilho foi obtido mediante contagem das folhas de cinco perfilhos aleatoriamente para cada repetição (vaso). Para folhas truncadas resultantes de ciclos anteriores e folhas em emergência, ou seja, aquelas que não apresentaram a exposição da lígula foram consideradas o valor de 0,5 folhas.

A densidade populacional de perfilhos foi contabilizada em cada vaso (repetição), a cada intervalo de avaliação. Foi também avaliado o ângulo das hastes (ÂNG), que é conseguido mediante mensuração do comprimento das hastes verticalmente a partir da lígula da última folha expandida em relação ao solo e, horizontalmente, correspondendo ao comprimento da inserção da gramínea á altura da última lígula exposta.

Logo em seguida foi realizado o corte de 2/3 das folhas das gramíneas. O material colhido foi pesado e fracionado em folha, colmo e material morto para determinação das biomassas de lâmina foliar verde (BLV), de colmo verde (BCV), de forragem morta (BFM) e relação lâmina foliar/colmo (F/C). Após o fracionamento, o material foi pesado, acondicionado em sacos de papel, levado a estufa a 55°C até peso constante e pesado novamente.

A eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde (EUA_{BFV}) ao qual considera as frações folha e colmo, foi obtida através da razão entre a biomassa de forragem verde ($g\ vaso^{-1}$) e a quantidade de água (mm) correspondente a cada tratamento com lâmina de irrigação.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas tendo os períodos (seco e chuvoso) as parcelas e as lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da Et_0) as subparcelas, com três repetições.

Os dados foram analisados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. Para o efeito de lâmina de irrigação, foi realizada análise de regressão baseado em modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Para o efeito de período, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e a interação (período x lâmina de irrigação) foi desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. Como ferramenta de auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Trocas gasosas

3.1.1 Trocas gasosas na fase de estabelecimento

Não foi verificada interação (gramínea x tempo) durante o curso diário de trocas gasosas dos capins Paiaguás e Piatã na fase de estabelecimento (Tabela 3). Para o efeito isolado de lâmina de irrigação, foi constatado comportamento quadrático com ponto de máximo para as variáveis $TFol$, E , A e g_s e de mínimo para a variável C_i , com médias de 43,6 °C de temperatura foliar, 9,23, 30,56 e 0,309 $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ de taxas de transpiração e fotossíntese foliar, de condutância estomática e 80 ppm de CO_2 , estimadas nos horários de 12:14, 11:00, 12:10, 11:08 e 11:32 horas, nessa ordem.

Observa-se uma similaridade nos parâmetros fisiológicos das gramíneas Paiaguás e Piatã. Por se tratar de uma leitura realizada de forma pontual e esta ser aferida ao final do período de crescimento, onde as plantas estão plenamente estabelecidas, pode justificar tal comportamento semelhante. Contudo, as variáveis fisiológicas apresentam grande amplitude ao longo dia, de acordo com intensidade dos parâmetros climáticos. O declínio das trocas gasosas ocorreu quando houve a queda de 20,6% na umidade relativa do ar e aumentos de 13 e 89,7% na temperatura média do ar e na velocidade do vento, respectivamente, a partir de 11:00 horas, sendo verificado ao

final do curso diário, uma diminuição de 54,4% e aumentos de 25,0 e 92,1%, para as mesmas variáveis, em relação ao pico das trocas gasosas (Tabela 2).

O aumento da temperatura do ar, em conjunto com a diminuição da umidade e aumento da velocidade do vento, são combinações de fatores que irão afetar negativamente nas trocas gasosas por influenciar fortemente a abertura estomática. Em suma, o aumento da velocidade do vento intensifica a taxa transpiratória por diminuir a camada limítrofe de ar (BANGE, 1953), sendo esta uma fina camada de ar relativamente parado na superfície da folha que afeta o processo de difusão de água e CO_2 , e é função do tamanho da folha e da velocidade do vento (TAIZ e ZIEGER, 2006), elevando o déficit de pressão de vapor (MACHADO et al., 2002) levando a planta a fechar os estômatos como mecanismo preventivo da perda excessiva de água.

Além dos fatores supracitados, a luz é outro agente importante e influente nas trocas gasosas, uma vez que afeta diretamente a abertura estomática (PIMENTA, 2004), o que pode explicar, principalmente às 16:00 horas quando observou-se uma diminuição de 89,6% na radiação incidente, a diminuição da condutância estomática e da transpiração foliar de 77,7 e 73,9% e da fotossíntese foliar de 77,3%, corroborado pelo maior acúmulo de CO_2 no interstício foliar de 46,6%, se comparado ao horário de 14:00, quando o nível de radiação incidente foi inferior em 89,6%, além do aumento do ângulo, que traz efeito negativo na qualidade da radiação incidente.

Tabela 3. Curso diário de trocas gasosas dos capins Paiaguás e Piatã durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Tempo (hora)						Média	CV(%)	p-valor	
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	G			G x T	
Temperatura da folha (TFol; °C)										
Paiaguás	35,5	40,5	42,6	43,3	35,5	39,5	1,66	2,57**	0,15**	
Piatã	35,3	41,5	42,8	43,7	35,7	39,8				
Equação (efeito de tempo)			-0,498036* + 12,100357* - 29,820857; R ² = 0,93							
Concentração interna de CO₂ (Ci; ppm)										
Paiaguás	139	108	104	95	321	153	20,13	0,62**	0,04**	
Piatã	141	112	118	114	318	161				
Equação (efeito de tempo)			8,598214* - 188,682143* + 1114,717143; R ² = 0,86							
Transpiração foliar (E; μmol m⁻² s⁻¹)										
Paiaguás	4,60	8,46	9,02	8,57	1,64	6,46	28,25	2,58**	0,43**	
Piatã	3,70	6,81	8,77	7,47	1,65	5,68				
Equação (efeito de tempo)			-0,390411* + 9,138807* - 44,250257; R ² = 0,96							
Condutância estomática (gs; μmol m⁻² s⁻¹)										
Paiaguás	0,280	0,388	0,288	0,232	0,042	0,246	44,73	3,79**	1,14**	
Piatã	0,200	0,240	0,278	0,194	0,048	0,192				
Equação (efeito de tempo)			-0,009339* + 0,199593* - 0,756543; R ² = 0,99							
Taxa de fotossíntese foliar (A; μmol m⁻² s⁻¹)										
Paiaguás	25,23	33,36	29,73	26,50	2,86	23,54	31,00	5,18**	1,07**	
Piatã	19,95	24,33	26,80	20,50	4,72	19,26				
Equação (efeito de tempo)			-1,001982* + 21,900421* - 89,099971; R ² = 0,97							

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.1.2 Trocas gasosas no período seco

Não foi constatado interação (gramínea x lâminas de irrigação) nas trocas gasosas dos capins Paiaguás e Piatã no período seco. Com relação ao efeito isolado de lâmina de irrigação, foi verificado comportamento linear crescente para as variáveis E, A e gs, com médias estimadas de 6,10, 26,56 e 0,246 μmol m⁻² s⁻¹ de taxas de transpiração e fotossíntese foliar e de condutância estomática, sob o regime de 120% da Et₀, respectivamente. No entanto, para as variáveis TFol e Ci, não foi observado efeito de lâmina de irrigação, sendo constatado valores médios de 39,6 °C ± 0,8 de temperatura foliar e 115 ± 13 ppm de CO₂, nessa ordem. Assim como na fase de estabelecimento, não se observa diferença nos parâmetros das duas gramíneas avaliadas.

Contudo, a diferença na taxa fotossintética do capim-piatã de 52,8% verificada no regime de 30% da E_{t0} em relação ao capim-paiaguás, sugere que esta forrageira apresenta melhores mecanismos fisiológicos de adaptação ao estresse hídrico.

O comportamento crescente das variáveis E , A e g_s é ocasionado pela maior quantidade de água disponível no solo à medida que esta foi adicionada pelo aumento do tratamento de irrigação. Pelo fato de a água não ter sido um fator limitante sob àquelas circunstâncias, a planta manteve seus estômatos abertos para máxima captação de CO_2 promovendo uma maior taxa transpiratória. A maior fixação de CO_2 é ratificada pela maior condutância estomática e pela taxa fotossintética apresentada.

Tabela 4. Trocas gasosas dos capins Paiaguás e Piatã no período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (% E_{t0})

Gramínea	Lâminas de irrigação (% E_{t0})					Média	CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	G			G x L	
Temperatura da folha (TFol; °C)									
Paiaguás	41,7	39,4	38,4	39,0	39,6	3,25	0,01**	4,30**	
Piatã	39,9	39,5	39,9	39,0	39,5				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				39,6 ± 0,8					
Concentração interna de CO_2 (C_i; ppm)									
Paiaguás	98	119	98	102	104	26,48	3,19**	0,72**	
Piatã	137	142	99	128	127				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				115 ± 13					
Transpiração foliar (E; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)									
Paiaguás	1,65	2,84	5,15	5,35	3,75	27,66	8,09**	2,01**	
Piatã	3,34	6,10	4,64	6,65	5,18				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,036467* + 1,733; $R^2 = 0,93$					
Condutância estomática (g_s; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)									
Paiaguás	0,046	0,086	0,203	0,183	0,130	35,18	9,05**	3,01**	
Piatã	0,100	0,236	0,160	0,310	0,201				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,0018* + 0,030833; $R^2 = 0,94$					
Taxa de fotossíntese foliar (A; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)									
Paiaguás	5,63	11,05	24,19	22,75	15,90	24,77	6,38**	1,84**	
Piatã	11,93	22,77	19,03	28,53	20,56				
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,184267* + 4,416667; $R^2 = 0,97$					

Médias seguidas de letras distintas diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.1.3 Trocas gasosas no período chuvoso

À semelhança do observado no período seco, não foi constatado interação (gramínea x lâminas de irrigação) nas trocas gasosas dos capins Paiaguás e Piatã no período chuvoso (Tabela 5). Com relação ao efeito isolado de lâminas de irrigação, foi verificado comportamento quadrático com ponto de mínimo para a variável T_{Fol} , de máximo para a variável C_i e comportamento linear crescente para a variável g_s , com médias de 34,6 °C de temperatura foliar, 189 ppm de CO_2 e 1,31 $\mu mol m^{-2} s^{-1}$ de condutância estomática, estimadas nos regimes de irrigação de 96, 120 e 120% da E_{t0} , respectivamente. Para as variáveis E e A , não foi observado efeito de lâminas de irrigação, tendo sido encontrado valores médios de $4,11 \pm 0,13$ e $24,83 \pm 1,24 \mu mol m^{-2} s^{-1}$, de taxas de transpiração e de fotossíntese foliar, respectivamente.

No período chuvoso, as mudanças climáticas nos dez dias que antecederam as trocas gasosas não causaram expressiva influência nos parâmetros fisiológicos das gramíneas. Em relação ao período seco, observou-se decréscimos de 7,0, 18,7 e 34,0% na temperatura média do ar, na radiação solar e na insolação média diária, respectivamente e aumento de 19,7% na umidade relativa do ar, além de uma precipitação de 110,6 mm. Apesar dessa grande variação climática e da suplementação hídrica, a estabilidade dos parâmetros fisiológicos em relação ao período seco só corrobora com a assertiva de que as gramíneas Paiaguás e Piatã apresentaram significativa recuperação após o estresse hídrico. O aumento da taxa fotossintética em 67,1, 30,1, 10,6% nos tratamentos de 30, 60 e 90% da E_{t0} , nessa ordem, em relação ao período de crescimento anterior, reforça a justificativa acima.

Tabela 5. Trocas gasosas dos capins Paiaguás e Piatã no período chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Temperatura da folha (TFol; °C)								
Paiaguás	35,6	35,4	34,2	34,8	35,0	1,35	1,17**	0,48**
Piatã	35,1	34,8	34,6	34,7	34,8			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,000181* - 0,034806* + 36,3208; R ² = 0,78				
Concentração interna de CO₂ (Ci; ppm)								
Paiaguás	169	157	176	195	174	10,96	0,21**	0,68**
Piatã	152	183	198	180	178			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				-0,0025* + 0,701667* + 140,833; R ² = 0,94				
Transpiração foliar (E; μmol m⁻² s⁻¹)								
Paiaguás	4,29	3,49	3,98	4,51	4,07	10,13	0,36**	0,96**
Piatã	4,21	4,43	4,13	3,91	4,17			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				4,11 ± 0,13				
Condutância estomática (gs; μmol m⁻² s⁻¹)								
Paiaguás	0,463	0,293	0,366	0,560	0,420	222,39	1,21**	0,80**
Piatã	0,403	0,520	2,356	1,763	1,260			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,010467* + 0,055833; R ² = 0,67				
Taxa de fotossíntese foliar (A; μmol m⁻² s⁻¹)								
Paiaguás	25,46	20,99	24,44	26,34	24,31	22,85	0,20**	2,64**
Piatã	27,94	27,44	23,95	22,09	25,35			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				24,83 ± 1,24				

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.2 Fluxo de biomassa

3.2.1 Fluxo de biomassa na fase de estabelecimento

Não foi verificada diferença significativa nas variáveis de fluxo de biomassa das gramíneas Paiaguás e Piatã na fase de estabelecimento (Tabela 6). O desenvolvimento homogêneo das cultivares parece ter sido favorecido pelo tamanho da semente e pelas características do solo. Assim, um bom tamanho de semente acarreta em maior tecido de reserva (KING e ROBERTS, 1979), condição favorável para um bom estabelecimento, aliado às boas características de fertilidade do solo, propiciaram condições favoráveis para o desenvolvimento das plantas. Vale destacar ainda que as duas cultivares apresentam porte semelhante, o que ajuda a explicar o fluxo de biomassa equivalente.

Tabela 6. Fluxo de biomassa dos capins Paiaguás e Piatã durante a fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	TAIF	TAIH	TSF	Fil
	-----cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹ -----			dias
Paiaguás	4,91	0,40	1,65	5,27
Piatã	5,22	0,44	1,34	4,69
F	0,56**	3,12**	1,51**	1,62**
CV(%)	14,06	9,63	29,38	15,82

Nota: TAIIF= Taxa de alongamento foliar; TALH= Taxa de alongamento das hastes; TSF= Taxa de senescência foliar; Fil= Fílorono. Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.2 Fluxo de biomassa no período seco

No tocante ao fluxo de biomassa das gramíneas Paiaguás e Piatã no período seco, verificou-se interação (gramínea x lâminas de irrigação) apenas para a taxa de alongamento das hastes (TAIH) (Tabela 7). No tocante ao efeito isolado de gramínea, constatou-se maior taxa de senescência foliar para o capim-paiaguás, com uma TSF superior em 38,3% em relação ao capim-piatã.

Tabela 7. Fluxo de biomassa de biomassa dos capins Paiaguás e Piatã no período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

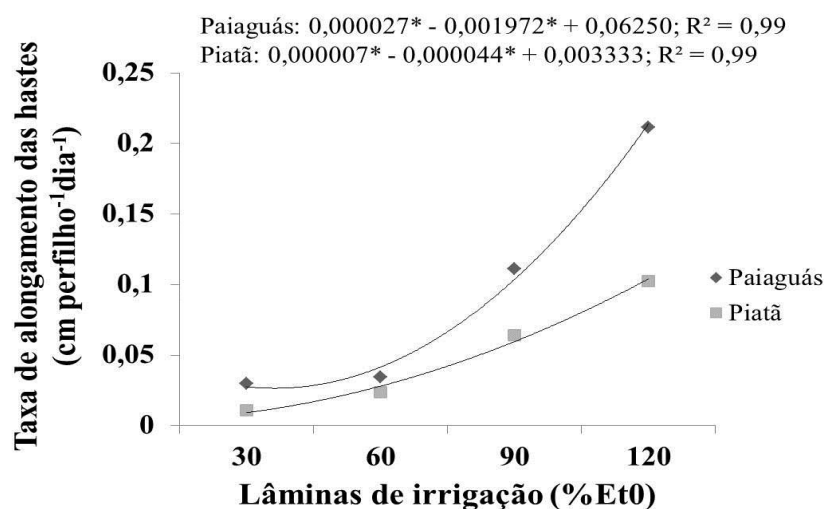
Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)				Média	CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120			G	G x L
Taxa de alongamento foliar (cm perf¹ dia⁻¹)								
Paiaguás	0,78	2,12	2,31	5,10	2,58	33,57	0,00**	0,79**
Piatã	0,70	2,29	3,08	4,34	2,60			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,041461* - 0,516667; R ² = 0,95					
Taxa de alongamento das hastes (cm perf¹ dia⁻¹)								
Paiaguás	0,03	0,03	0,11	0,21	0,09a	35,46	18,85*	4,22*
Piatã	0,01	0,02	0,06	0,10	0,05b			
Taxa de senescência foliar (cm perf¹ dia⁻¹)								
Paiaguás	0,48	0,61	0,67	1,18	0,73a	33,66	11,69*	0,50**
Piatã	0,28	0,41	0,39	0,73	0,45b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,000083* - 0,006678* + 0,534167; R ² = 0,93					
Filocrono (dias)								
Paiaguás	7,33	5,06	4,54	4,39	5,33	21,35	0,27**	0,59**
Piatã	6,20	5,64	4,38	4,15	5,09			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			-0,027906* + 7,306667; R ² = 0,90					

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação à variável taxa de alongamento das hastes (TAIH), constatou-se efeito quadrático para os capins Paiaguás e Piatã com médias estimadas de 0,21 e 0,09 cm perfilho⁻¹ vaso⁻¹, na lâmina de irrigação de 120% da Et₀ (Figura 10). A elevação das hastes do capim-paiaguás pode ser explicada por uma característica morfológica desta forrageira. Através do acompanhamento do fluxo de biomassa pode-se identificar um ligeiro aumento na distância dos entrenós logo que a planta se aproximava do número máximo de folhas vivas (aproximadamente 5,0 folhas), nos tratamentos de 90 e 120% da Et₀.

Apesar de não haver sido mensurado o coeficiente de extinção luminosa, o que poderia ocasionar o sombreamento mútuo das folhas e morte das folhas mais baixas, o pequeno número de plantas por vaso (aproximadamente 20 plantas vaso⁻¹) não fornece sombra suficiente para explicar a elevação da taxa de senescência foliar paralelo ao alongamento das hastes (Tabela 7).

Figura 10 - Taxa de alongamento das hastes (TAIH) dos capins Paiaguás e Piatã submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência (% E_{t0})), no período seco



3.2.3 Fluxo de biomassa no período chuvoso

Não foi constatado interação (gramínea x lâmina de irrigação) para as variáveis de fluxo de biomassa dos capins Paiaguás e Piatã no período chuvoso. No tocante ao efeito isolado lâmina de irrigação, verificou-se comportamento quadrático para a variável TAIH, com média estimada de $3,32 \text{ cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ sob a lâmina de irrigação de 117% da E_{t0} . O declínio na taxa de alongamento foliar pode ser explicado pelo comportamento proporcional desta variável com a taxa fotossintética, resultado da recuperação do status morfofisiológico das gramíneas após as mudanças nos parâmetros climáticos neste período de crescimento em relação ao período seco, conforme já retratado.

Para as demais variáveis, TAIH, TSF e Filocrono, não foi constatado efeito de lâmina de irrigação, tendo apresentado valores médios de $0,34 \pm 0,09$ e $0,57 \pm 0,08 \text{ cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ de taxas de alongamento das hastes e de senescência foliar e um filocrono de $6,4 \pm 1,0$ dias.

Tabela 8. Fluxo de biomassa de biomassa dos capins Paiaguás e Piatã no período chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (% E_{t0})

Gramínea	Lâminas de irrigação (% E_{t0})					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Taxa de alongamento foliar (cm perf¹ dia⁻¹)								
Paiaguás	4,50	3,00	3,54	2,78	3,46	25,17	3,54**	0,12**
Piatã	5,01	4,08	4,07	3,63	4,20			

Equação (efeito de lâminas de irrigação) $0,000171^* - 0,040264^* + 5,69708; R^2 = 0,79$								
Taxa de alongamento das hastes (cm perf¹ dia⁻¹)								
Paiaguás	0,51	0,31	0,47	0,26	0,39	36,81	2,55**	0,88**
Piatã	0,35	0,18	0,37	0,32	0,30			
Equação (efeito de lâminas de irrigação) $0,34 \pm 0,09$								
Taxa de senescência foliar (cm perf¹ dia⁻¹)								
Paiaguás	0,74	0,66	0,64	0,45	0,62	34,71	1,69**	1,34**
Piatã	0,61	0,32	0,57	0,57	0,52			
Equação (efeito de lâminas de irrigação) $0,57 \pm 0,08$								
Filocrono (dias)								
Paiaguás	5,9	7,7	5,5	8,3	6,8	27,85	1,52**	0,60**
Piatã	5,5	7,4	5,3	5,7	5,9			
Equação (efeito de lâminas de irrigação) $6,4 \pm 1,0$								

Médias seguidas de letras distintas diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.3 Características de biomassa e estruturais

3.3.1 Características de biomassa estruturais na fase de estabelecimento

Com relação às características estruturais das gramíneas Paiaguás e Piatã na fase de estabelecimento, verificou-se diferença significativa para as variáveis BLV e EUA_{BFV} , com o capim-piatã apresentando médias de biomassa de lâminas foliares superiores em 42,1% ao capim-paiaguás e uma eficiência no uso da água para a produção de biomassa de forragem verde superior em 45,4% (Tabela 9).

A maior biomassa de lâminas foliares do capim-piatã pode está associado ao maior número de folhas vivas (11,5%) e no maior peso individual de suas lâminas foliares. A lâmina foliar do capim-piatã apresentou largura média superior em 14,3% em relação ao capim-paiaguás (dados não publicados). Uma maior largura da lâmina foliar exige um tecido vascular central mais robusto e rígido para sua sustentação (CÂNDIDO, 2003), o que pode ter influenciado positivamente no peso das lâminas foliares do capim-piatã, uma vez que, em contrapartida, o capim-paiaguás apresenta um maior número de perfilhos (25%) o que elevaria consideravelmente o peso da biomassa de lâminas foliares. Conjecturando, se somadas todas as lâminas foliares do capim-paiaguás, seu número seria superior em 13,2 folhas, o que levaria a uma relação de peso de duas (02) folhas de capim-paiaguás para uma (01) folha de capim-piatã. Ademais, além da largura e do tecido vascular de sustentação, não deve ser desprezado a espessura da lâmina foliar como contribuinte para elevar o peso da folha.

Tabela 9. Características estruturais, de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Paiaguás e Piatã na fase de estabelecimento, sob o tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	BLV	BFM	EUA_{BFV} g MS ⁻¹ mm ⁻¹	DPP perf. vaso ⁻¹	NFV n°	ANG graus	ALT cm
Paiaguás	2,61b	0,10	0,006b	16	5,4	65,7	14,3
Piatã	4,51a	0,18	0,011a	12	6,1	58,2	14,4
F	21,40*	0,67**	21,34*	3,28**	2,12**	2,18**	0,00**
CV (%)	19,94	123,95	20,32	27,29	13,71	14,06	16,42

Nota: BLV= Biomassa de lâmina foliar; BFM= Biomassa de forragem morta; EUABFV= Eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde; DPP= Densidade populacional de perfilhos; NFV= Número de folhas vivas; ANG= Ângulo das hastas; ALT= Altura do dossel. Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

3.3.2 Características estruturais e de biomassa no período seco

Não foi observada interação (gramínea x lâmina de irrigação) para as características estruturais e dos componentes de biomassa dos capins Paiaguás e Piatã no período seco (Tabela 10). No que se refere ao efeito isolado gramínea, o capim-paiaguás obteve maiores médias de biomassa de colmo verde e de forragem morta em relação ao capim-piatã de 91,6% para as duas variáveis. O alongamento dos entrenós, mais expressivo na porção mediana do perfilho, pode explicar a maior biomassa de colmo do capim-paiaguás, verificado especialmente quando foram aplicadas lâminas de irrigação de 90 e 120% da Et₀. É relevante destacar que no período de estabelecimento a quantidade de colmo foi mínima a ponto de não ser detectada significativamente. Neste período, porém, já se observa presença de colmo no capim-paiaguás devido ao maior espaçamento entre folhas, enquanto que no capim-piatã a BCV foi desprezível.

Com relação ao efeito isolado lâminas de irrigação, verificou-se comportamento linear crescente para as variáveis BLV e EUA_{BFV} e quadrática para a variável BCV, com 7,23 gramas vaso⁻¹, 0,032 g MS⁻¹ mm⁻¹ e 0,21 gramas vaso⁻¹, estimados na lâmina de 120% da Et₀, nessa ordem. O comportamento crescente das variáveis BLV e EUA_{BFV} é esperado uma vez que a taxas fotossintéticas (Tabela 4) e de alongamento foliar (Tabela 7) seguem o mesmo padrão. O alongamento foliar é dependente dos fotoassimilados produzidos pela fotossíntese, que por sua vez serão convertidos em carboidratos que darão origem aos tecidos foliares. Ao analisar os dados absolutos, a partir do regime de 90% da Et₀ observa-se um distanciamento nas médias de BLV, onde no capim-piatã tais valores alcançam uma diferença de 22,8 e 17,2% nos regimes de 90 e 120% da Et₀, respectivamente. Apesar de não ter sido verificada diferença significativa, se extrapolado para produções em nível de kg ha⁻¹, tais acréscimos no

capim-piatã resultariam em um aumento na produtividade de 220 e 269 kg ha⁻¹, nos tratamentos de 90 e 120% da Et₀, nessa ordem.

Tabela 10. Características de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Paiaguás e Piatã no período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Biomassa de lâmina foliar verde (gramas vaso⁻¹)								
Paiaguás	0,70	2,83	3,96	6,86	3,59	20,78	2,22**	2,26**
Piatã	0,67	2,19	5,13	8,29	4,07			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,075678* - 1,8433; R ² = 0,98					
Biomassa de colmo verde (gramas vaso⁻¹)								
Paiaguás	0,01	0,01	0,07	0,42	0,12a	204,12	4,22*	2,92**
Piatã	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,000049* - 0,005119* + 0,125417; R ² = 0,97					
Biomassa de forragem morta (gramas vaso⁻¹)								
Paiaguás	0,01	0,07	0,20	0,21	0,12a	90,85	15,67*	4,17**
Piatã	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01b			
Eficiência do uso da água – BFV (g MS⁻¹ mm⁻¹)								
Paiaguás	0,010	0,020	0,023	0,030	0,020	25,66	2,00**	0,33**
Piatã	0,013	0,020	0,026	0,036	0,024			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)			0,000233* + 0,00500; R ² = 0,99					

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação às características estruturais, verificou-se efeito de interação (gramínea x lâmina de irrigação) na variável relação lâmina foliar/colmo (F/C) das gramíneas Paiaguás e Piatã no período seco (Tabela 11). Efeito isolado de gramínea foi constatado nas variáveis ALT e ÂNG, tendo o capim-paiaguás apresentado as maiores médias. A maior altura do dossel do capim-paiaguás foi originada pelo alongamento das hastes; e o maior ângulo das hastes devido o porte mais ereto dos perfilhos.

Para o efeito isolado de lâmina de irrigação, verificou-se efeito linear crescente para a variável NfV e decrescente para a variável ÂNG, com médias de 6,2 folhas vivas por perfilho e 52,3° de ângulo das hastes, respectivamente estimados na lâmina de 120% da Et₀. Para as variáveis DPP e ALT, observou-se efeito quadrático com pontos de máximo, com 20 perfilhos vaso⁻¹ e de mínimo de 11,1 cm de altura do dossel, estimados nas lâminas de irrigação de 80 e 50% da Et₀, nessa ordem. A despeito de ter

sido verificado comportamento quadrático para a variável DPP, o número de plantas não foi influenciado pelo regime de irrigação, uma vez que a quantidade média de perfilhos em cada repetição (vaso) não alterou desde a fase de estabelecimento. A ausência de morte de perfilhos é um indicativo da resistência destas forrageiras ao estresse hídrico.

Tabela 11. Características estruturais dos capins Paiaguás e Piatã no período seco, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

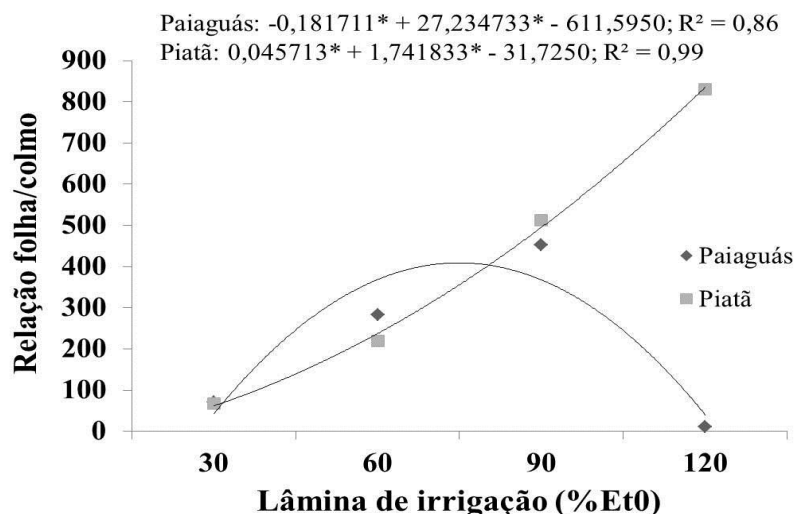
Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Densidade populacional de perfilhos (perf. vaso⁻¹)								
Paiaguás	15	20	21	22	20	42,64	1,70**	0,44**
Piatã	14	19	17	12	16			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				-0,001991* + 0,321389* + 7,291667; R ² = 0,97				
Relação lâmina foliar/colmo								
Paiaguás	70	283	453	11	204	21,91	55,05*	57,00*
Piatã	67	219	513	829	407			
Número de folhas vivas por perfilho (n°)								
Paiaguás	3,7	5,2	4,7	6,1	4,9	18,88	2,75**	0,28**
Piatã	4,3	5,8	6,0	6,3	5,6			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,020828* + 3,764167; R ² = 0,80				
Altura do dossel (cm)								
Paiaguás	13,5	13,0	15,7	19,3	15,4a	12,29	37,04*	0,64**
Piatã	9,7	9,9	10,1	15,5	11,3b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				0,001294* - 0,131028* + 14,4883; R ² = 0,99				
Ângulo das hastes (graus)								
Paiaguás	73,6	76,9	69,3	51,9	67,9a	19,54	7,09*	2,03**
Piatã	64,3	60,7	39,1	55,3	54,9b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)				-0,202694* + 76,64833; R ² = 0,82				

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

No que se refere a variável F/C, constatou-se comportamento quadrático com pontos de máximo e de mínimo para os capins Paiaguás e Piatã, apresentando as maiores médias estimadas de 409 e 835 nos regimes de irrigação de 75 e 120% da Et₀, respectivamente (Figura 11). Verificou-se comportamento semelhante da relação lâmina foliar/colmo até o regime de 90% da Et₀, com uma queda acentuada no tratamento de

120% da Et_0 no capim-paiaguás. As hastes das gramíneas que estavam sob aquele tratamento apresentaram peso bastante superior (83,3%) ao regime de 90% da Et_0 , o que pode explicar tal fato.

Figura 11 - Relação lâmina foliar/colmo (F/C) dos capins Paiaguás e Piatã submetido a lâminas de irrigação (30, 60, 90 e 120% da evapotranspiração de referência ($%Et_0$)), no período seco



3.3.3 Características estruturais e de biomassa no período chuvoso

Assim como no período seco, não foi observado efeito de interação (gramínea x lâmina de irrigação) nas características de biomassa e na eficiência do uso da água das gramíneas Paiaguás e Piatã no período chuvoso (Tabela 12). No que se refere ao efeito isolado de gramínea, o capim-paiaguás apresentou uma média de biomassa de forragem morta 81,8% superior ao capim-piatã. Para o efeito isolado de lâmina de irrigação, verificou-se comportamento quadrático com ponto de máximo para as variáveis BLV, BCV, BFM e EUA_{BFV} , com médias de 14,0, 1,55 e 0,17 gramas vaso⁻¹ e 0,035 g MS⁻¹ mm⁻¹ estimadas nas lâminas de irrigação de 120, 94, 80 e 120% da Et_0 , nessa ordem.

O incremento na produção de biomassa de lâminas foliares foram bem significativos se comparados ao período seco, sendo o responsável por este efeito a intensa precipitação e as mudanças nos parâmetros climáticos observada no período, causando ligeira supressão do regime de lâmina de irrigação. Logo, para os regimes de 30, 60, 90 e 120% da Et_0 verificou-se acréscimos de 94,8, 76,4, 62,9 e 48,7%, nessa ordem, na biomassa de forragem verde em relação ao período de seco.

Tabela 12. Características de biomassa e eficiência do uso da água dos capins Paiaguás e Piatã no período chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Biomassa de lâmina foliar verde (gramas vaso⁻¹)								
Paiaguás	8,6	9,1	13,4	12,3	10,8	18,71	3,93**	0,92**
Piatã	8,2	12,3	14,6	15,4	12,6			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		-0,000685* + 0,16844* + 3,7583; R ² = 0,95						
Biomassa de colmo verde (gramas vaso⁻¹)								
Paiaguás	0,86	1,16	1,33	1,33	1,17	62,05	0,22**	0,32**
Piatã	0,63	1,26	1,96	1,43	1,32			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		-0,000204* + 0,0383* - 0,250; R ² = 0,94						
Biomassa de forragem morta (gramas vaso⁻¹)								
Paiaguás	0,17	0,14	0,37	0,20	0,22a	177,02	3,53*	0,59**
Piatã	0,01	0,14	0,01	0,01	0,04b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		-0,000036* + 0,005750* - 0,0550; R ² = 0,84						
Eficiência do uso da água – BFV (g MS⁻¹ mm⁻¹)								
Paiaguás	0,026	0,026	0,030	0,026	0,027	19,34	3,18**	0,46**
Piatã	0,026	0,033	0,033	0,033	0,031			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		-0,000001* + 0,000247* + 0,020417; R ² = 0,98						

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Com referência às características estruturais dos capins Paiaguás e Piatã, não foi observada interação (gramínea x lâmina de irrigação) no período chuvoso (Tabela 13). Para o efeito isolado gramínea, as maiores médias de ângulo das hastes e de altura do dossel foram constatadas no capim-paiaguás. No tocante ao efeito isolado de lâmina de irrigação, verificou-se comportamento quadrático com ponto de máximo para as variáveis DPP, F/C, ALT e de mínimo para a variável ÂNG, com médias estimadas de 24 perfilhos vaso⁻¹, 10:1 de relação lâmina foliar/colmo, 34,2 cm de altura do dossel e 56,2° de ângulo das hastes, sob os regimes de irrigação de 77, 92, 91 e 115% da Et₀, respectivamente.

A densidade de perfilhos foi pouco influenciada pelas lâminas de irrigação e por se tratar de uma característica determinada geneticamente (GOMIDE e GOMIDE, 1999) fica claro, portanto, que não ocorreu inibição do perfilhamento nos dois ciclos anteriores de crescimento. O fato de não haver sido observado impedimento à expressão do potencial de perfilhamento pelo volume do vaso, por exemplo, pode ser comprovado

quando a DPP é estimada para número de perfilhos por metro quadrado (± 377 perfilhos m^{-2}), número inferior ao encontrado por Euclides et al., (2014) (563 ± 43 perfilhos m^{-2}) e superior ao observado por Neves Neto et al., (2015) (228 perfilhos m^{-2}).

Por outro lado, a relação lâmina foliar/colmo foi consideravelmente afetada neste período devido ao maior alongamento das hastes. No período seco, pelo fato de que houve inexpressivo alongamento das hastes do capim-piatã, o meristema apical, provavelmente, encontrava-se abaixo do manejo de corte adotado de 2/3 das folhas e, portanto, esta é uma característica muito favorável para o vigor e persistência desta cultivar na pastagem, uma vez que a densidade de plantas era baixa. Em vista disso, um meristema apical mais elevado, como observado no capim-paiaguás, poderia causar morte em demasia de perfilhos por decapitação do meristema apical, caso fosse adotado índice foliar residual (IAFr) próximo a 1,0.

Levando ainda em consideração que, em latitudes de 3 a 4° ao sul na região Semiárida, a produção de sementes do capim-piatã, para ser mais preciso, é prejudicada pela ausência de fotoperíodo, mas especificamente pela necessidade de dias mais longos para entrada no período reprodutivo (EUCLIDES et al., 2008), logo, a altura residual assume importância central no manejo do pasto, pois está relacionada à permanência desta forrageira na pastagem em regiões com pouca variabilidade na incidência de luz ao longo do ano.

Tabela 13. Características estruturais dos capins Paiaguás e Piatã no período chuvoso, sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30, 60, 90, 120% da evapotranspiração de referência (%Et₀)

Gramínea	Lâminas de irrigação (% Et ₀)					CV(%)	p-valor	
	30	60	90	120	Média		G	G x L
Densidade populacional de perfilhos (perf. vaso⁻¹)								
Paiaguás	17	23	27	22	22	42,37	1,20**	0,69**
Piatã	16	26	17	14	18			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		-0,003194* + 0,49083* + 5,3750; R ² = 0,91						
Relação lâmina foliar/colmo								
Paiaguás	13	09	11	09	10,7	46,02	0,82**	0,33**
Piatã	14	13	09	13	12,7			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		0,000931* - 0,170778* + 18,2233; R ² = 0,98						
Número de folhas vivas por perfilho (n^o)								
Paiaguás	4,6	3,6	5,0	3,5	4,2	19,87	2,32**	0,69**
Piatã	4,8	4,1	5,1	4,9	4,7			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		4,4 ± 0,52						
Altura do dossel (cm)								
Paiaguás	35,0	34,5	40,1	36,5	36,5a	12,00	18,11*	0,93**
Piatã	27,7	31,3	29,4	30,1	29,6b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		-0,000833* + 0,150667* + 27,4333; R ² = 0,88						
Ângulo das hastas (graus)								
Paiaguás	75,6	74,3	69,2	69,2	72,1a	21,66	15,48*	0,37**
Piatã	64,1	50,7	44,4	43,6	50,7b			
Equação (efeito de lâminas de irrigação)		0,001941* - 0,444889* + 81,709167; R ² = 0,99						

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey; (*) significativo e (**) não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

4. CONCLUSÕES

O capim-piatã apresenta maior duração de vida da folha e eficiência no uso da água, características pertinentes para o uso desta forrageira em sistema de sequeiro e para o diferimento de pastagens.

Nas condições edafoclimáticas deste estudo, de modo geral, as características morfofisiológicas e estruturais não apresentaram diferenças expressivas.

Os maiores regimes de irrigação e a suplementação hídrica não causaram depleção na produção de biomassa de lâminas foliares das cultivares avaliadas, indicando boa tolerância das gramíneas a solos com potencial de encharcamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANGE, G.G.J. On the quantitative explanation of stomatal transpiration. **Acta Botanica Neerlandica**, v.2, p.255-296, 1953.
- BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JR., D. et al. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. Sob pastejo: Comportamento ingestivo de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1045-1053, 2003.
- CÂNDIDO, M.J.D. **Morfofisiologia e crescimento do dossel e desempenho animal em *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso**. Viçosa, MG. UFV. 2003. 134p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa. 2003.
- CHAPMAN, D.F., LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: **INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS**, 17, 1993, New Zealand. Proceedings... New Zealand: s. ed., p.95-104, 1993.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; VALLE, C.B. et al. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.12, p.1805-1812, 2008.
- EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; BARBOSA, R.A. et al. Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Ceres**, Viçosa, v.61, Suplemento, p.808-818, 2014.
- EUCLIDES, V.P.B., THIAGO, L.R.L., MARCELO, M.C.M. et al. Consumo voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1177-1185, 1999.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.
- FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.funceme.br>. Acesso em: 06/09/2016.
- GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A. Análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.675-680, 1999.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 10/09/2016.
- KING, M. W.; ROBERTS, E. H. **The storage of recalcitrant seeds: achievements and possible approaches**. Rome: IBPGR, 1979. 22p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, São Paulo. Editora Rima, 2000. 531p.

- MACHADO, E.C.; MEDINA, C.L.; GOMES, M.M.A.; HABERMANN, G. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial da água na folha de laranjeira 'Valência'. **Scientia Agricola**, v.59, p.53-58, 2002.
- MEDEIROS, S.S.; REIS, C.F.; SANTOS JÚNIOR, J.A. et al. Manejo de irrigação do tanque Classe A. **INSA**, 2013. Cartilha, 8p.
- NEVES NETO, D.N.; SANTOS, A.C.; ALEXANDRINO, E. et al. Características morfogênicas e estruturais de *Urochloa* spp. sob manejo convencional e consorciado com cereais. **Revista Ciência Agronômica**, v.46, n.1, p.204-215, 2015.
- PIMENTA, J.A. Relações Hídricas. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**, Guanabara Koogan. Rio de Janeiro: 2004. 470p.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. et al. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG, CFSEMG/UFV, 1999. 359p.
- SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3º ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da pecuária de uma região, principalmente daquelas de clima seco, dá-se através do entendimento de todos os fatores que influenciam no sistema de produção, como a compreensão do comportamento da variação da produção vegetal frente às mais diversas condições de clima, de fertilidade do solo e de disponibilidade hídrica.

Os resultados obtidos neste estudo são otimistas. Ao avaliar cinco genótipos de gramíneas forrageiras sob regimes de irrigação e condições distintas de clima e solo, foi possível identificar plantas mais adaptadas a solos arenosos e de baixa fertilidade, como o capim-búffel e plantas mais exigentes em fertilidade e umidade no solo como o capim-tamani. Aditivamente, os regimes hídricos aplicados possibilitaram identificar algumas informações relevantes. A irrigação diária com uma lâmina de 30% da evapotranspiração de referência, independentemente do solo ser arenoso ou de textura média, manteve as plantas em um estado de latência no período seco sem ocorrer em prejuízo para a rebrotação quando mantidas condições mais favoráveis do período chuvoso. Portanto, nas situações em que o produtor não dispõe de água suficiente para irrigação, a recomendação de aplicação de uma lâmina mínima para a manutenção da pastagem é importante, seja do ponto de vista da perenidade do pasto, seja sob a perspectiva econômica da reforma do pasto.

Outra importante informação extraída deste estudo, diz respeito à máxima lâmina de irrigação a ser aplicada. Para o capim-búffel, por exemplo, reconhecida forrageira adaptada a baixos regimes pluviométricos, quando submetido aos maiores regimes hídricos, observou-se apodrecimento do colmo e menor vigor de rebrotação, sobretudo no solo de textura média, ao passo que, para as gramíneas Paiaguás e Piatã, a máxima produção vegetal foi obtida nas maiores lâminas de irrigação nas duas condições de solo, o que leva a conjecturar a indicação do capim-búffel para uso em regime de sequeiro e demais forrageiras, inclusive os capins Massai e Tamani, para uso mais intensivo sem, no entanto, desprezar a possibilidade de utilizar tais gramíneas para pastagens não irrigadas.

É salutar destacar que, apesar da tentativa de simular ao máximo as condições de campo, os resultados deste estudo foram oriundos de um ensaio realizado em vasos, tendo, portanto, algumas limitações inerentes a esse tipo de condução experimental. Sendo assim, as estimativas aqui apresentadas são um modesto avanço na pesquisa de

gramíneas forrageiras com potencial de adaptação às condições edafoclimáticas do semiárido e, bem como, no uso racional da água de irrigação.