

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Disponibilidade de água e desenvolvimento de plantas de sorgo  
(*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) e braquiária (*Brachiaria brizantha* (A.  
Rich) Stapf cv. Marandu) consorciadas**

**Nino Rodrigo Cabral de Barros Lima**

**Dissertação apresentada para obtenção do título  
de Mestre em Agronomia. Área de concentração:  
Ciência Animal e Pastagens**

**Piracicaba  
2009**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Nino Rodrigo Cabral de Barros Lima  
Zootecnista

**Disponibilidade de água e desenvolvimento de plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) e braquiária (*Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf cv. Marandu) consorciadas**

Orientadora:  
Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. **PATRÍCIA MENEZES SANTOS**

**Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens**

**Piracicaba  
2009**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Barros Lima, Nino Rodrigo Cabral de

Disponibilidade de água e desenvolvimento de plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) e braquiária (*Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf cv. Marandu) consorciadas / Nino Rodrigo Cabral de Barros Lima. -- Piracicaba, 2009.

51 p. : il.

Dissertação (Mestrado) -- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009.  
Bibliografia.

1. Água - Disponibilidade 2. Balanço hídrico 3. Capim marandu 4. Consorciação de culturas  
5. Desenvolvimento vegetal 6. Pastagens I. Título

CDD 633.2  
L732d

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - O autor"

“O aprendizado nunca termina.

Não existe parte da vida que não contenha lições.

Se você está vivo, há lições para aprender.”

(AUTOR DESCONHECIDO)

**OFEREÇO,**

Aos meus pais, mestres, amigos e familiares.



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por ser meu guia e à Nossa Senhora por ser minha protetora.

Aos meus pais, Luiz Augusto de Barros Lima e Neusa Cabral de Barros Lima, pelo apoio e constantes incentivos, ensinamentos e confiança. Às minhas irmãs Bruna e Juliana, e familiares pelo apoio durante os meus estudos. Ao João Lins de Barros pelo auxílio prestado em todos os momentos dos meus estudos.

À minha noiva Ingrid Monteiro Medina pelo amor e carinho, e seus familiares por todo apoio e incentivo.

Aos Professores da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e aos pesquisadores da Embrapa Gado de Corte (MSc. Armindo Neivo Kichel, Dr. Adermir Hugo Zimmer e Dr. José Alexandre Agiova da Costa), que são mestres que me ensinaram os primeiros passos para a minha profissão e além de serem grandes amigos.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Menezes Santos pela orientação durante o mestrado, mostrando ser uma excelente orientadora, onde, além dos conhecimentos acadêmicos, ensinou aspectos ligados a conduta profissional indispensáveis para o sucesso.

Ao Dr. Fernando Campos de Mendonça, pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, pelos ensinamentos e amizade.

Ao Dr. Roberto Giolo de Almeida e à Fabiana Barichello pelas análises estatísticas do experimento.

Aos amigos conquistados durante esses dois anos, em especial: Vínicius de Oliveira Chimenez, Rodrigo Denner R. T. Thiago e Marlon Richard H. da Silva. E aos colegas de pós-graduação (Leandro C. Araujo, Pedro G. da Cruz e Ana Clara R. Cavalcante) e graduação (Paulo Roberto Gullo Filho, Jonas Altoé, Thiago A. Tassim, Gregory Caputti, Susan B. Z. da Cunha, Caio B. Solci e José R. Charaba Júnior) pelo auxílio na condução do experimento.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” pela oportunidade de realização do mestrado.

Aos funcionários da Embrapa Pecuária Sudeste pela amizade e apoio técnico durante a condução experimental.

À Funcamp pela concessão da bolsa de estudos.



## SUMÁRIO

RESUMO.....	09
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 O Cerrado.....	15
2.2 Integração lavoura-pecuária.....	15
2.3 Estresse hídrico.....	17
2.4 <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.....	18
2.5 Cultura do sorgo ( <i>Sorghum bicolor</i> ).....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 Local.....	21
3.2 Tratamentos.....	22
3.3 Adubação e semeadura.....	23
3.4 Tratos culturais e fitossanitários.....	24
3.5 Irrigação.....	25
3.6 Manejo das estufas.....	27
3.7 Coleta de dados e freqüência de avaliações.....	28
3.8 Cronograma de eventos durante o período experimental.....	32
3.9 Forma de análise dos resultados.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	35
4.1 Cultura do sorgo ( <i>Sorghum bicolor</i> ).....	35
4.2 <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.....	41
5 CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS .....	49



## RESUMO

### **Disponibilidade de água e desenvolvimento de plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) e braquiária (*Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf cv. Marandu) consorciadas**

O conhecimento da oferta pluviométrica e da variação da água no solo são fatores preponderantes para o manejo eficiente e o sucesso do sistema de integração lavoura-pecuária. O presente trabalho avaliou a produtividade e o desenvolvimento de plantas de sorgo AG-1018 e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu consorciadas, sob períodos de estresse hídrico. O experimento foi conduzido sob delineamento experimental em blocos casualizados com quatro tratamentos e três repetições. Os tratamentos referiram-se à interrupção da irrigação em períodos críticos para o desenvolvimento das culturas (T<sub>1</sub> – testemunha, irrigação durante todo o ciclo; T<sub>2</sub> - interrupção a partir da germinação de *B. brizantha*; T<sub>3</sub> – interrupção no início do perfilhamento de *B. brizantha* e na iniciação da panícula do sorgo; e T<sub>4</sub> – interrupção no início do florescimento do sorgo). Em todos os tratamentos, a interrupção da irrigação foi mantida até que a umidade na camada de 0 a 60 cm do solo atingisse valores próximos do ponto de murcha permanente. As variáveis estudadas para ambas as espécies foram: altura da planta, produtividade de biomassa de parte aérea, índice de área foliar (IAF). Somente para a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, foi avaliado o número de perfilhos. Somente para o sorgo, foi avaliada a produção de grãos. As variáveis foram submetidas à análise estatística, realizando-se a análise de variância (teste F) e teste de Tukey para comparação de médias. Apesar de não haver diferença na biomassa de parte aérea do capim-marandu ao final do experimento, o estresse por déficit hídrico provocou atraso no perfilhamento e no desenvolvimento inicial das plantas. A restrição hídrica no período de iniciação da panícula ou do florescimento do sorgo cultivado em consórcio com capim-marandu determinou redução na produção de grãos da cultura. O plantio consorciado de sorgo e capim-marandu deve ser planejado de forma que a germinação do capim-marandu e a iniciação da panícula e o florescimento do sorgo não coincidam com períodos de restrição hídrica.

Palavras – chave: Pastagem tropical; Disponibilidade de água; Estresse; Capim-marandu; Consórcio



## ABSTRACT

### **Water availability and development of sorghum plants (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) and *Brachiaria* (*Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf cv. Marandu) associated.**

The acknowledgement of the pluviometric offer and the variation of water in the soil are preponderant factors for the efficient handling and the success of the crop-livestock integration system. Therefore, the present work has evaluated the productivity and development of sorghum plants AG-1018 and *Brachiaria brizantha* cv. Marandu associated, under periods of water stress. The trial was conducted under experimental design in random blocks with four different treatments and three repetitions. The treatments are referred to the interruption of irrigation in critical periods for the development of the cultures (T1 – test, irrigation over the entire cycle; T2 – interruption starting at *B. brizantha* germination; T3 - interruption starting at *B. brizantha* tillering and beginning of panicle formation of sorghum; and T4 – interruption at the beginning of sorghum blooming). In all kinds of treatment, the irrigation interruption was kept until the humidity in the 0-2ft soil layer reached values around the permanent wilting point (PWP). The variables studied for both species were: plant height, shoot biomass productivity, leaf area index (LAI). Only for *Brachiaria brizantha* cv. Marandu the number tillers was assessed. As for sorghum plant, the grain production was evaluated. The variables were submitted to static analysis, with variance analysis (test F) and Tukey test for average comparisons. Although there is no difference in the biomass of shoots of *B. brizantha* cv. marandu the end of the experiment, the stress caused by water deficit in late tillering and early development of plants. The period of water restriction in the panicle initiation or flowering sorghum grown in consortium with *B. brizantha* cv. marandu determined reduction in grain yield of the crop. The planting of sorghum and intercropped *B. brizantha* cv. marandu must be planned so that the germination of *B. brizantha* cv. marandu and initiation of panicle and flowering sorghum do not coincide with periods of water restriction.

**Keywords:** Tropical grass; Water supply; Stress; *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, consortium



## 1 INTRODUÇÃO

“Não é a mais forte das espécies  
que sobrevive, nem a mais inteligente,  
mas aquela que melhor reage  
e se adapta às mudanças.”  
(CHARLES DARWIN)

O produtor rural tem a necessidade de buscar alternativas que garantam a sustentabilidade de sistemas produtivos possibilitando uma maior previsibilidade dos lucros provenientes da agropecuária. A integração lavoura-pecuária é uma alternativa de manejo sustentável do sistema, diversificando a produção da fazenda e aumentando os índices zootécnicos.

O plantio em consórcio de culturas de grãos e pastagens faz com que ocorra o crescimento simultâneo das duas culturas, criando-se condições de densidade elevada de plantas nesses sistemas. Isto significa que haverá uma forte competição por recursos naturais, principalmente água e radiação solar. Essa competição torna-se mais severa devido às peculiaridades da maioria dos solos sob pastagens no Brasil, que apresentam baixa capacidade de armazenamento de água, e do clima em diversas regiões do País, que é caracterizado por duas estações bem definidas: uma seca e outra chuvosa com alta probabilidade de ocorrência de veranicos.

A adoção do cultivo consorciado de grãos e pastagem pelos produtores ainda é muito pequena. Isto se deve, em parte, à maior complexidade da integração lavoura-pastagem, à descapitalização do produtor e ao desconhecimento sobre tais sistemas de cultivo.

Para reduzir os riscos associados à integração lavoura-pastagem, é necessário obter informações sobre a resposta das culturas consorciadas às condições de estresse ambiental, entre as quais se destaca o déficit hídrico. A falta de água pode limitar seriamente o estabelecimento das culturas e sua produtividade, com possibilidade de prejuízo para o produtor rural. O conhecimento dos períodos em que o déficit hídrico é crítico ao longo do ciclo da cultura consorciada permite estimar o grau de redução de produtividade das culturas graníferas e possíveis problemas de formação da pastagem.

Ao associar os estudos de dados climáticos aos efeitos do déficit hídrico sobre as culturas consorciadas, torna-se possível determinar os períodos mais apropriados ao plantio, de modo a reduzir a probabilidade de ocorrência de déficit hídrico em momentos cruciais para o desenvolvimento das culturas.

Por meio dos métodos de estimativa de risco climático para os consórcios de plantas em sistema de integração lavoura-pecuária pode-se ampliar significativamente o acesso ao crédito rural oficial, reduzir o custo do seguro agrícola e aumentar a oferta de opções de cultivo, com baixos riscos e maior sustentabilidade da produção agropecuária.

Este trabalho visa avaliar o efeito do déficit hídrico aplicado em três períodos de cultivo sobre a produtividade e o desenvolvimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e do sorgo (*Sorghum bicolor*), em cultivo consorciado.



## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 O Cerrado**

O Bioma Cerrado corresponde a 22% do território nacional (RESENDE et al., 1996). A maior parte da região de Cerrados enquadra-se no tipo climático Aw (tropical estacional quente úmido) da classificação de Köppen. Dos solos, mais de 95% das classes são representadas pelos Latossolos (50%), juntamente com os Podzólicos (15%), Areias Quartzosas(15%), Litólicos e Cambissolos (10%) e Plintossolos (6%) (MACEDO, 1996).

Estima-se que o Cerrado possui 207 milhões de hectares dos quais 136 milhões podem ser incorporados ao processo produtivo (RESENDE et al., 1996). Grande parte dessa área, aproximadamente 30 milhões de hectares, é ocupada com pastagem em estágio avançado de degradação que necessita de melhoria de qualidade para incorporar-se ao processo produtivo (CAMPOS, 2004).

O potencial produtivo de carne e de leite de uma pastagem é muito variado e depende de vários fatores: clima, solo, nível de adubação, época do ano, manejo das pastagens e seu nível de degradação.

### **2.2 Integração lavoura-pecuária**

São bastante conhecidos os danos ambientais ocasionados pelo sistema convencional de produção de culturas anuais nos Cerrados brasileiros, devido ao uso de implementos inadequados que compacta as camadas superficiais, desestrutura e pulveriza o solo, favorece o estabelecimento de plantas invasoras e a ação da erosão hídrica e eólica (SEGUY et al., 1994; KLUTHCOUSKI et al., 1991).

Segundo Fageria (1999) algumas das vantagens da rotação de culturas em comparação com o monocultivo são as reduções das infestações de insetos e doenças, e a proteção contra as flutuações de preços.

O sistema de integração lavoura-pecuária pode ser uma alternativa de manejo sustentável, pois diversifica as atividades econômicas de uma propriedade. Segundo

Santos (2006) sistemas diversificados apresentam maior complexidade e levam a uma maior estabilidade ambiental, facilidade de adaptação e resiliência; permitindo a agregação de valor da atividade, reduzindo a dependência de insumos externos.

Para Kluthcouski et al. (2003) as inúmeras vantagens do sistema de integração lavoura-pecuária ainda não foram totalmente qualificadas e quantificadas, porém, o que se conhece sobre este sistema de produção indica que certamente ele será o alicerce da sustentabilidade da agropecuária no Cerrado, devido aos benefícios já constatados que este sistema proporciona para o produtor rural.

O plantio de forrageiras para pastejo e consorciadas com culturas anuais tem-se mostrado uma técnica eficiente e economicamente viável como método de recuperação e renovação de pastagens. Nesse caso, pode ser feito o plantio simultâneo das sementes da cultura anual e da forrageira, ou o plantio da forrageira após o da cultura anual, ou aproveitar também o potencial das sementes da forrageira já existente no solo. Desta forma, após a colheita da cultura, tem-se o pasto formado (KICHEL et al., 1999).

No sistema de integração lavoura-pecuária, as pastagens beneficiam-se dos nutrientes residuais da exploração lavoureira, reciclam nutrientes de camadas mais profundas do solo e fornecem matéria orgânica devido ao acúmulo de biomassa. Moreira et al. (1999) verificaram que se a superfície do solo for totalmente protegida com palhada, ocorre uma redução de aproximadamente 40% na necessidade de irrigação, resultante da melhor conservação da água no perfil.

Kluthcouski et al. (2003) citam a produção de culturas anuais como o milho e sorgo como opções para o pecuarista. A cultura do sorgo é de fácil cultivo, tem altos rendimentos, boa tolerância à seca e capacidade de explorar grande volume de solo devido a um sistema radicular abundante e profundo. Além disso, possibilita o cultivo da rebrota e proporciona boa qualidade para silagem (RODRIGUES et al., 2004).

A redução do rendimento da cultura anual apresentada no sistema consorciado, em relação ao solteiro, não o inviabiliza. Vários outros fatores o beneficiam, especialmente a receita oriunda da pecuária devido à renovação ou a formação da pastagem a custos menores (PORTES et al., 2000).

A espécie *Brachiaria brizantha* é considerada boa forrageira tropical e ocupa extensas áreas de cultivo no Brasil, em razão de suas características agronômicas e dos bons índices zootécnicos obtidos em pastagens desta espécie. Atualmente, tem sido recomendada para o sistema de integração lavoura-pecuária, principalmente em sistemas de rotação ou na implantação de cultivos consorciados com culturas anuais, visando à diversificação da produção agropecuária. No entanto, seu estabelecimento em cultivos consorciados com uma cultura anual ocorre sob condições de competição entre a cultura e a forrageira, principalmente em plantio simultâneo (PORTES et al., 2000).

Segundo Kluthcouski (2003) e Ayarza et al. (1999) existem duas alternativas de se plantar o consórcio: uma alternativa é o plantio simultâneo das duas culturas, e a outra alternativa é o plantio tardio da pastagem na entrelinha da cultura de grão, este plantio tardio da pastagem ocorre de 15 a 30 dias após a emergência da lavoura. Por meio desse plantio tardio da pastagem evita-se a competição na fase inicial de desenvolvimento da cultura de grão, favorecendo assim, o seu crescimento.

Ayarza et al. (1999) trabalhando com o consórcio de arroz e *Brachiaria brizantha* verificaram aumentos na produção do grão e redução na produção de capim quando realizado o plantio tardio do capim no consórcio, em comparação com o plantio simultâneo.

### **2.3 Estresse hídrico**

A deficiência de água no solo interfere nas relações hídricas, na fisiologia e na morfologia das plantas forrageiras, a ponto de causar estresse hídrico e, conforme a magnitude, limitar severamente a produção de forragem. O estresse hídrico ocorre na planta quando a taxa de transpiração excede a taxa de absorção e o transporte de água na planta (BERKOWITZ, 1998).

A baixa disponibilidade de água no solo acarreta em desidratação das plantas, redução do crescimento e aceleração da senescência de seus tecidos, comprometendo o crescimento devido à redução das taxas de expansão foliar, redução da fotossíntese (BENETT e SULLIVAN, 1981) e redução das taxas de aparecimento de folhas (VAN LOO, 1992). A magnitude com que o déficit hídrico afeta a redução da área foliar e,

consequentemente, o crescimento e a produção, depende da relação entre a taxa de expansão e o potencial hídrico foliar durante o estresse, e da recuperação após chuva ou irrigação (LUDLOW e NG, 1976).

#### **2.4 *Brachiaria brizantha* cv. Marandu**

Áreas de pastagens estão sujeitas a veranicos ou secas prolongadas em quase todo o território nacional. Mattos et al. (2005 a e b) avaliaram as características morfogênicas, fisiológicas e produtivas de espécies do gênero *Brachiaria*, durante e após período de estresse hídrico, e observaram um comprometimento na taxa de alongamento das lâminas foliares em *B. brizantha*, além do controle estomático sobre as trocas gasosas nas folhas e redução da fotossíntese líquida. O déficit hídrico afetou mais acentuadamente a área de lâminas foliares verdes e a produção de matéria seca de lâminas foliares.

Diferentemente de culturas de lavoura, não se sabe ao certo qual o período crítico no ciclo de uma pastagem, não havendo nem escala fenológica para esta cultura. Estudos conduzidos na Embrapa Pecuária Sudeste indicam que o estresse por déficit hídrico no momento da sementeira, da germinação e do perfilhamento da *B. brizantha* atrasa o perfilhamento inicial das plantas, quando o teor da água do solo atinge 25% da CAD, o que pode comprometer o estabelecimento da pastagem em condições de campo (ARAUJO, 2008). Sendo assim, se faz necessário um estudo visando possíveis interferências na produtividade das pastagens de gramíneas, especialmente de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, com o objetivo de se conhecer melhor os impactos causados pelo déficit hídrico e verificar a influencia do período em que este déficit ocorre no ciclo das pastagens, em cultivo solteiro e consorciado.

#### **2.5 Cultura do sorgo (*Sorghum bicolor*)**

O sorgo é uma planta C4, de dia curto e com alta taxa fotossintética. A grande maioria dos materiais genéticos de sorgo requer temperaturas superiores a 21 °C para um bom crescimento e desenvolvimento. A planta de sorgo tolera mais o estresse hídrico por déficit ou por excesso do que a maioria dos outros cereais, podendo ser cultivada numa ampla faixa de condições de solo (MAGALHÃES et al. 2003).

Magalhães e Durães (2003) citam que o sorgo necessita de 330 kg de água para produzir 1 kg de matéria seca, enquanto o milho necessita de 370 kg de H<sub>2</sub>O/kg de matéria seca e o trigo, de 500 kg H<sub>2</sub>O/kg de matéria seca. Os mesmos autores afirmam que para produzir grãos, o sorgo requer cerca de 25 mm de água após o plantio, 250 mm durante o crescimento e 25 a 50 mm durante a maturidade.

A resistência à seca é uma característica complexa, pois envolve simultaneamente aspectos de morfologia, fisiologia e bioquímica. A literatura cita três mecanismos relacionados à seca: resistência, tolerância e escape. O sorgo parece apresentar duas características: escape e tolerância. O escape da cultura se dá por meio de um sistema radicular profundo e ramificado, que é muito eficiente na extração de água do solo. Já a tolerância está relacionada a características bioquímicas; ocorrendo redução no metabolismo quando em condição de estresse.

O déficit hídrico tem influência direta na taxa fotossintética, que está associada diretamente à produção de grãos. Sua importância varia com o estágio fenológico em que se encontra a planta.

O déficit hídrico durante o estágio EC1 (primeira fase de crescimento da cultura, da germinação à iniciação da panícula), provoca menos danos à planta do que em EC2 (da iniciação da panícula ao florescimento) (MAGALHÃES e DURÃES, 2003). No estágio EC2, a escassez de água vai resultar na redução das taxas de crescimento da panícula e das folhas, e no número de sementes por panícula. Provavelmente esses efeitos se devem a uma redução na área foliar, ao aumento da resistência estomática, à redução da fotossíntese e a uma desorganização do estado hormonal da panícula em diferenciação. Quando a falta de água acontece no EC3 (da floração à maturação fisiológica), o resultado é a senescência rápida das folhas inferiores e a conseqüente redução no rendimento de grãos (MAGALHÃES e DURÃES, 2003).

A insuficiência de água é uma das causas mais comuns de redução de área foliar e está relacionada com a expansão das células (MAGALHÃES et al. 2003). As folhas do sorgo também possuem um depósito de substância cerosa na junção da bainha com o limbo, o que leva a planta a perder menos água na transpiração, sendo importante para a economia de água, sobretudo em condições de estresse hídrico. Outra característica interessante é observada na epiderme superior da folha, onde há

filas de células especializadas que permitem à folha enrolar em condições de estresse hídrico, constituindo-se numa defesa da planta (MAGALHÃES e DURÃES, 2003).

A caracterização do nível de risco e o conhecimento dos períodos com maior frequência de deficiência hídrica no solo são elementos muito úteis à delimitação de áreas e épocas aptas para a sementeira. Sendo assim, é importante compreender e quantificar os processos que envolvem relações clima-planta, em particular as relações hídricas, a fim de programar medidas capazes de reduzir os impactos das estiagens sobre a produção, ou definir as épocas de plantio mais favoráveis às culturas consorciadas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local

O experimento foi desenvolvido durante o período de março a setembro de 2008, no campo experimental da Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos – SP (lat. 21° 55' S, long. 47° 48' W). O clima local é denominado tropical de altitude (classificação de Köppen: Cwa), clima quente com inverno seco, com temperatura média inferior a 18°C no mês mais frio e superior a 22°C no mês mais quente. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, com textura média.

Foi realizada análise química (Tabela 1 e 2) e física (granulometria). Os teores de areia, argila e silte foram equivalentes a 66,4%, 31,8% e 1,8%, respectivamente.

Tabela 1 - Análise química (macronutrientes) do solo presente na área experimental

Prof.	pH	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	CTC	S	V
cm	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				----		%
0-20	6,6	5,5	27	8	2,5	23	13	8	57	38	68
20-40	6,3	5,3	18	5	1,6	14	7	20	42	23	54

Prof.= Profundidade, M.O.= Matéria orgânica, P= Fósforo, K= Potássio, Ca= Cálcio, Mg= Magnésio, H= Hidrogênio, Al= Alumínio, CTC= Capacidade de troca catiônica potencial, S= Soma de bases, V= Saturação de bases.

Tabela 2 - Análise química (micronutrientes) do solo presente na área experimental

Prof.	S.SO <sub>4</sub>	B	Cu	Fe	Mn	Zn
cm	----- mg dm <sup>-3</sup> -----					
0-20	7	0,23	0,6	33	8,3	1,2
20-40	11	0,13	0,5	18	4,8	0,5

Prof.= Profundidade, S.SO<sub>4</sub>= Enxofre orgânico, B= Boro, Cu= Cobre, Fe= Ferro, Mn= Manganês, Zn= Zinco.

Antes da instalação do experimento, foram coletados amostras de solo de 10 em 10 cm até a profundidade de 100 cm, para análises físico-hídricas (densidade global e curva característica de retenção de água). Na tabela 3 são apresentados os valores de densidade global ( $d_g$ ,  $g/cm^3$ ) e de umidade do solo à base de peso seco ( $U$ ,  $g H_2O/g$  solo) para cada potencial matricial (bar).

Tabela 3 - Potencial matricial, umidade ( $U$ ) e densidade do solo nas profundidades (Prof.) de 10 a 60 cm

Prof.	Curva de Retenção de água							Densidade do solo $g/cm^3$
	Potencial (bar)							
	0,00	-0,10	-0,33	-0,60	-1,00	-8,00	-15,00	
	U (g/100g)							
10	43,18	20,42	17,81	15,71	14,50	13,43	12,01	1,30
20	36,84	16,67	14,43	13,07	12,02	10,61	9,82	1,36
30	36,10	15,98	14,18	12,87	11,40	10,07	9,54	1,40
40	36,14	16,29	13,73	12,37	11,76	10,67	10,43	1,44
50	36,34	16,53	14,66	12,80	11,99	10,90	10,63	1,53
60	27,54	16,31	15,68	13,21	12,44	11,28	10,96	1,56

### 3.2 Tratamentos

Foi avaliado o consórcio sorgo (cultivar AG 1018) + capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). O experimento foi conduzido sob delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro tratamentos e três repetições, ocupando uma área total equivalente a 0,35 ha. As parcelas experimentais tiveram uma área de 144  $m^2$  (12 m x 12 m). Os tratamentos referiram-se à interrupção da irrigação em períodos críticos para o desenvolvimento das culturas ( $T_1$  – testemunha, irrigação durante todo o ciclo;  $T_2$  - interrupção a partir da germinação de *B. brizantha*;  $T_3$  – interrupção no início do perfilhamento de *B. brizantha* e na iniciação da panícula do sorgo – estágio EC2; e  $T_4$  – interrupção no início do florescimento do sorgo – estágio EC3).

Em todos os tratamentos, a interrupção da irrigação foi mantida até que a umidade na camada de 0 a 60 cm do solo atingisse valores médios próximos a 10,56% à base de peso seco ( $U = 0,106 g/g$ ), que corresponde à média dos valores de umidade do solo das camadas de 10 a 60 cm para o potencial matricial do solo de -15 bar (Tabela 4). A umidade do solo na área experimental foi determinada com o método gravimétrico nas parcelas em déficit hídrico.



Tabela 4 – Média de umidade do solo das camadas de 0 a 60 cm de profundidade no término do período de déficit hídrico

Tratamento	T2	T3	T4
% umidade	10,8	10,8	10,6

### 3.3 Adubação e semeadura

A quantidade de adubo aplicada seguiu as recomendações técnicas para a cultura do sorgo do Boletim 100 (RAIJ et al., 1996) e a adubação de fundação foi aplicada somente nas linhas de sorgo. O adubo utilizado foi o formulado 08-28-16 na quantia de 312 kg/ha.

As semeaduras do sorgo e da pastagem foram realizadas mecanicamente no dia 06/03/2008, efetuando primeiro a semeadura do capim em linhas distanciadas em 20 cm e numa profundidade de plantio de 8 cm, utilizando-se 20 kg/ha de sementes com um valor cultural de 40%. A seguir foi feito o plantio do sorgo, em fileiras distanciadas de 0,80 m entre si, com profundidade de 4 cm e densidade equivalente a 16 sementes/metro linear.

A adubação de cobertura foi realizada no dia 10/04/2008, quando o sorgo apresentava em torno de sete folhas, aplicando-se 246 kg/ha da fórmula 25-00-25 (61 kg/ha de N, e 61 kg/ha de K<sub>2</sub>O). Após a colheita da cultura de sorgo foi feita uma adubação nitrogenada no dia 20/08/2008, utilizando 143 kg/ha de uréia (64 kg/ha de N).

### 3.4 Tratos culturais e fitossanitários

Foi realizada aplicação de formicida granulado (Fipronil), sempre que constatada a presença de formigas cortadeiras.

Foram realizadas duas aplicações de inseticida (Lambdacyhalothrin) para controle de lagartas-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) numa dosagem de 200 mL/ha do produto comercial.

Para evitar o ataque de maritacas (*Pionus maximiliani*) eram estourados rojões na área experimental e foi colocado nas unidades amostrais papeis manteigas para proteger os grãos, conforme ilustrado na figura abaixo.

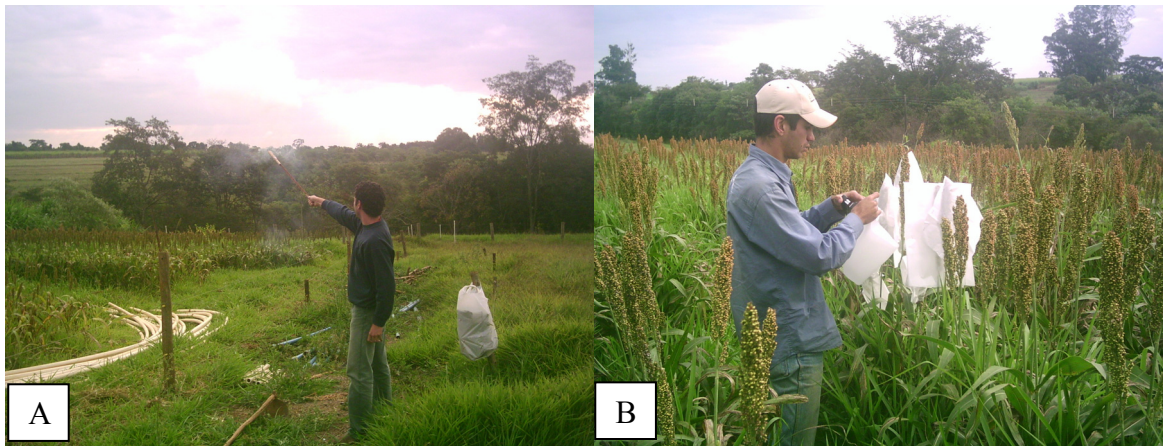


Figura 1 - Representação do controle de ataque das maritacas aos grãos de sorgo, (A) estouro de rojões na área experimental e (B) colocação de papel manteiga nas unidades amostrais

O controle de plantas daninhas foi feito no dia 01/04/2008, com uma aplicação do herbicida (2,4-Dichlorophenoxy Acetic Acid - 2,4 D), numa dosagem de 100 mL/ha do produto comercial.

### 3.5 Irrigação

As condições hídricas favoráveis ao pleno desenvolvimento das culturas consorciadas foram mantidas por meio de um sistema de irrigação por aspersão convencional, implantado na área experimental.

O sistema de irrigação era formado por canos (PVC) de engate rápido roscável com uma linha principal formada por tubos com diâmetro de 75 mm e 12 linhas laterais (tubulações em que estão os aspersores) montadas em sentido perpendicular à linha principal, compostas por tubos com diâmetro de 50 mm e distanciadas de 12 m entre si.

Cada linha lateral continha dois aspersores de impacto de baixa pressão (20 a 25 mca) espaçados de 12 m entre si, com dispositivo de aplicação setorial e raio molhado de 11 m. O sistema todo foi composto por uma linha principal, 12 linhas secundárias e 24 aspersores (Figura 2).

Os aspersores com dispositivo setorial foram utilizados porque permitem a aplicação individual de água em cada parcela, conforme o regime hídrico adotado (momento de interrupção da irrigação). Desta forma, foi possível implantar o experimento em uma área menor.

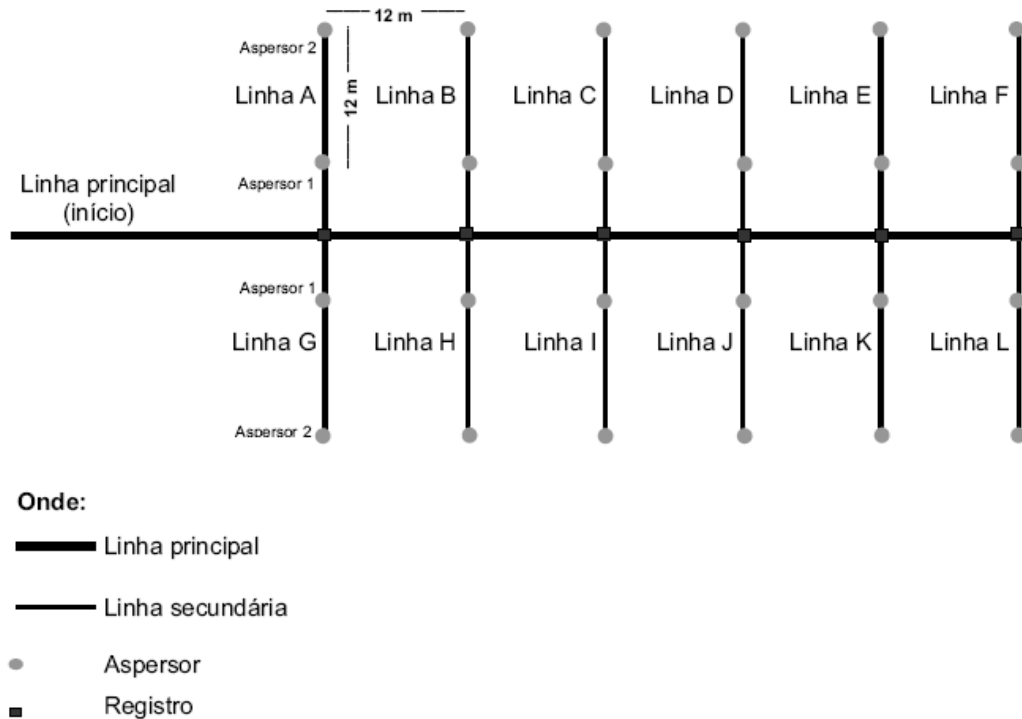


Figura 2 - Representação esquemática do sistema de irrigação com uma linha principal, doze linhas secundárias e vinte e quatro aspersores

A determinação da taxa de aplicação de água ( $T_A$ ) dos aspersores e, conseqüentemente, do sistema de irrigação, foi realizada utilizando-se dois dados:

- a) a vazão dos aspersores ( $q$ , em L/h), que foi medida com cronômetro e um recipiente de volume conhecido; o tempo necessário para o aspersor aplicar tal volume foi anotado e calculou-se a vazão (volume/ tempo);
- b) a área molhada por cada aspersor ( $A_m$ ), que foi obtida multiplicando-se o espaçamento entre linhas ( $E_L$ ) pelo espaçamento entre aspersores ( $E_A$ ), da seguinte forma:  $A_m = E_A \times E_L$ .

A taxa de aplicação dos aspersores ( $T_A$ ) foi calculada da seguinte forma:

$$T_A = \frac{q}{A_m}$$

em que,

$q$  – vazão do aspersor, L/h

$A_m$  – área molhada por cada aspersor,  $m^2$

O manejo da irrigação foi realizado conforme os tratamentos programados. A lâmina d'água a ser aplicada foi determinada utilizando o método EPS (Rassini, 2002) por meio da equação:

$$I = K_{pi} * (E_{Pi} - P), \text{ onde}$$

$I$  = necessidade de irrigação (mm)

$E_{Pi}$  = evaporação de água do evaporímetro de Piché (mm)

$P$  = precipitação (mm)

$K_{pi}$  = coeficiente que correlaciona a necessidade de irrigação ( $I$ ) à diferença entre a evaporação de água do evaporímetro de Piché ( $E_{Pi}$ ) e a chuva ( $P$ ); foi utilizado o valor  $K_{pi} = 0,65$ , de acordo com Mendonça (2009)<sup>1</sup>.

As linhas laterais foram conectadas a registros, possibilitando assim o controle sobre o fluxo de água. O sistema funcionava com quatro linhas secundárias (oito aspersores) irrigando conjuntamente. A irrigação era feita em três etapas, já que o sistema era composto por 12 linhas secundárias. As três etapas do sistema de irrigação eram concluídas em um mesmo dia.

### 3.6 Manejo das estufas

Durante o experimento, as parcelas que se encontravam em regime de estresse hídrico foram cobertas para evitar um aumento na umidade do solo devido à ocorrência de chuvas. As estufas foram confeccionadas com tubos de PVC, filme plástico transparente para estufa e pilares de concreto para sustentação, possuindo dimensões de 12m x 6m, com vão livre de 2,7m no ponto mais alto (Figura 3).

---

<sup>1</sup> Mendonça, F.C. (Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste). Comunicação pessoal de dados de projeto de pesquisa "Desenvolvimento e avaliação de métodos simplificados de manejo de irrigação de forrageiras". 2008.

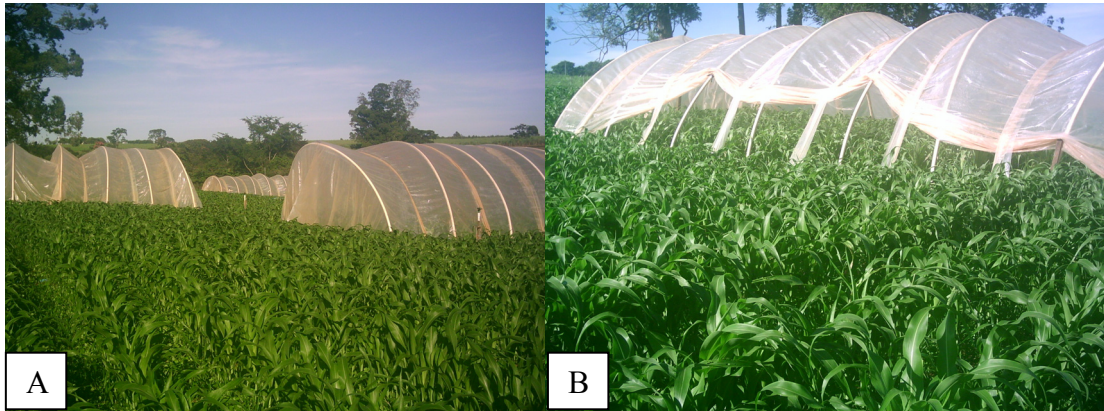


Figura 3 - Estufas utilizadas durante a aplicação dos tratamentos de estresse hídrico, com filme plástico abaixado (A) e levantado (B)

Para evitar as altas temperaturas no interior das estufas, o filme plástico era levantado lateralmente, permitindo a circulação do ar (Figura 3, B) e abaixado somente quando ocorriam ventos fortes e/ou chuvas. A probabilidade de ocorrência de chuvas foi monitorada por meio do sistema de previsão do tempo do Centro de Previsão do Tempo e Estudos do Clima - CPTEC, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.

### 3.7 Coleta de dados e frequência de avaliações

A coleta dos dados foi desenvolvida em duas etapas:

Etapa 1- foram coletados resultados a partir da semeadura das culturas até a colheita do sorgo.

Etapa 2- foram coletados resultados da rebrota do capim-marandu e da rebrota do sorgo 66 dias após a colheita do sorgo. Logo após a colheita do sorgo foi feito um corte de uniformização das parcelas. Nesse período, utilizou-se a irrigação sempre que esta foi necessária, de modo a manter o solo em condições de umidade adequadas ao pleno desenvolvimento das culturas, sem estresse hídrico.

A seguir, apresentam-se as variáveis analisadas, descrevendo-se o modo de obtenção e os momentos de avaliação para cada cultura.

Cultura do sorgo (*Sorghum bicolor*)

As avaliações para a cultura do sorgo foram realizadas a partir do início do perfilhamento da forrageira, e foram estimados os seguintes parâmetros:

- Altura do sorgo (m): determinada semanalmente medindo-se cinco plantas aleatoriamente dentro de cada parcela, considerando-se a distância compreendida entre a superfície do solo e o ápice da panícula;
- Produtividade de biomassa de parte aérea ( $t\ ha^{-1}$ ): As coletas de biomassa de parte aérea de sorgo e de *Bracharia brizantha* cv. Marandu foram feitas sempre em conjunto, pois o retângulo utilizado para a coleta do capim era colocado entre uma linha de sorgo, ficando o lado de 0,8 m perpendicular à linha de sorgo e 1 m em paralelo à linha de sorgo (Figura 4). As avaliações foram feitas em duas fileiras de 1,0 m cada por parcela. Para obtenção do teor de matéria seca da planta de sorgo, uma alíquota do material coletado em campo foi levada à estufa de ventilação forçada por 72 horas com temperatura de  $65^{\circ}\ C$ , e a partir daí calculou-se a massa seca da parte aérea;

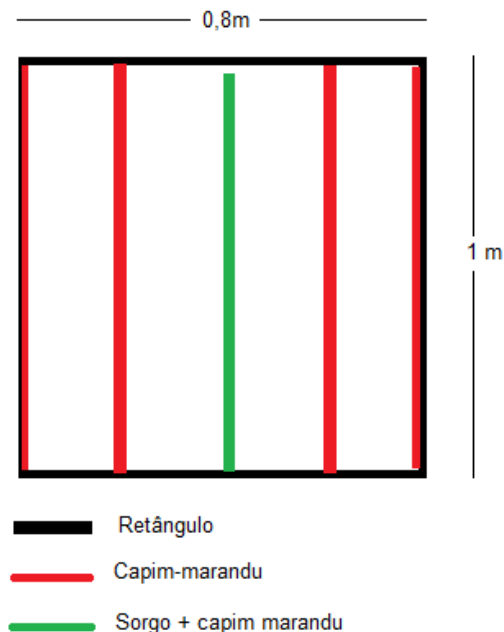


Figura 4 - Representação esquemática da coleta de amostra de biomassa de parte aérea

- Índice de área foliar (IAF): o IAF foi determinado através da relação entre a área foliar total e a área total de solo, sendo, portanto, um índice adimensional. A área foliar foi determinada com o auxílio do integrador de área foliar LI 3100C, foram feitas três avaliações, nas mesmas datas que foram feitas as determinações da biomassa de parte aérea da pastagem de capim-marandu;
- Área foliar específica: a AFE foi determinada através da fórmula:

$$AFE = \frac{AF}{MSF}, \text{ (m}^2\text{/kg)}.$$

- Número de plantas de sorgo: Foi feita a contagem das plantas de sorgo em duas fileiras de 1,0 m cada por parcela (plantas/ha).
- Massa dos grãos: foi pesada a massa de grãos de duas amostras/parcela de sorgo, com cada amostra coletada em um metro linear (kg ha<sup>-1</sup>);
- Peso de mil grãos: o peso de mil grãos foi determinado pegando-se uma sub-amostra de cinco gramas/amostra de massa seca de grão e realizando a contagem manualmente, e posteriormente o valor foi transformado para mil grãos, realizando duas amostragens por parcela.

$$Peso = \frac{5}{n\text{grãos}} * 1000$$

em que,

Peso – Peso de mil grãos, g

ngrãos – Número de grãos na sub-amostra de 5 gramas.

#### *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

As avaliações para o capim-marandu foram realizadas a partir do início do perfilhamento do capim, obtendo-se os seguintes parâmetros:

- Número de perfilhos (perfilhos m<sup>-2</sup>): foram contados semanalmente os perfilhos existentes em dois retângulos de 0,8 m x 1,0 m por parcela;
- Altura de plantas (cm): a altura de plantas foi determinada pela medição da distância entre a superfície do solo e a curvatura da folha mais jovem, sendo realizadas avaliações semanais, calculando-se, em cada avaliação, a média das medições de cinco pontos aleatórios dentro de cada parcela;

- Produtividade de biomassa de parte aérea ( $t\ ha^{-1}$ ): a produtividade de biomassa foi determinada no dia 17/05/2008, na fase de florescimento da cultura do sorgo, no dia 06/08/2008, na fase de ponto de colheita da cultura do sorgo, e no dia 11/10/2008, 66 dias após a colheita do sorgo, obtendo-se a massa de forragem existente em dois retângulos de 0,8 m x 1,0 m. Para determinação do teor de matéria seca da forragem, uma alíquota do material coletado em campo foi levada à estufa de ventilação forçada por 72 horas com temperatura de 65° C, e a partir daí calculou-se a massa seca de forragem;
- Índice de área foliar (IAF): o IAF foi determinado através da relação entre a área foliar total e a área total de solo, sendo, portanto, um índice adimensional. A área foliar foi determinada com o auxílio do integrador de área foliar LI 3100C, foram feitas três avaliações, nas mesmas datas que foram feitas as determinações da biomassa de parte aérea da pastagem de capim-marandu;
- Área foliar específica: a AFE foi determinada através da fórmula:

$$AFE = \frac{AF}{MSF}, (m^2/kg).$$

### 3.8 Cronograma de eventos durante o período experimental



Tabela 5 – Cronograma de eventos durante o período experimental

<b>Data</b>	<b>Evento</b>
06/03	Plantio
09/03	Início do período de estresse nas parcelas do T2
10/03	Germinação do sorgo (50% das plantas)
12/03	Germinação do capim (50% das plantas)
10/04	Adubação – Sorgo com 7 folhas
12/04	Fim do período de estresse nas parcelas do T2 e início do período de estresse nas parcelas do T3
16/04	Início do perfilhamento do capim-marandu
25/04	1ª coleta de altura e perfilhamento
30/04	Iniciação da panícula do sorgo
08/05	Fim do período de estresse nas parcelas do T3 e início do período de estresse nas parcelas do T4
17/05	Início do florescimento do sorgo e 1ª coleta de biomassa de parte aérea
24/06	Fim do período de estresse nas parcelas do T4
06/08	2ª coleta de biomassa de parte aérea e colheita
20/08	Adubação de manutenção
11/10	3ª coleta de biomassa de parte aérea

### 3.9 Forma de análise dos resultados

A análise estatística dos dados foi feita com o auxílio dos aplicativos estatísticos SISVAR v. 4.6 e SAS v. 9.1, seguindo um delineamento de blocos completos casualizados.

Para as variáveis número de perfilhos e altura de plantas de capim-marandu, a análise de variância foi feita utilizando-se um modelo misto (proc MIXED; SAS, 2002/03), onde os tratamentos e as avaliações foram considerados como efeitos fixos e os blocos, como efeitos aleatórios.

Os dados de biomassa de parte aérea do sorgo, na segunda coleta, foram transformados antes da análise (raiz quadrada de  $Y + 1,0$ ). Em seguida, foi feita a

análise da variância pelo método dos mínimos quadrados (SISVAR 4.6; FERREIRA, 2003).

Para as demais variáveis, a análise de variância foi feita pelo método dos mínimos quadrados (proc GLM, SAS, 2002/03). As médias dos tratamentos foram comparadas por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Cultura do sorgo (*Sorghum bicolor*)

Na primeira coleta não houve efeito de tratamento sobre a massa seca de folhas e colmos e sobre o índice de área foliar e a área foliar específica. A massa seca da panícula no foi menor no T<sub>3</sub> que nos demais tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6 - Massa seca de folhas (MSF), massa seca de colmo (MSC), massa seca de panícula (MSP), índice de área foliar (IAF) e área foliar específica (AFE) de sorgo na primeira coleta

Tratamento	MSF (kg/ha)	MSC (kg/ha)	MSP (kg/ha)	IAF	AFE (m <sup>2</sup> /kg)
T <sub>1</sub>	1477 a	2235 a	906 a	2,4 a	16 a
T <sub>2</sub>	1593 a	2190 a	802 a	2,8 a	18 a
T <sub>3</sub>	1383 a	2189 a	340 b	2,4 a	18 a
T <sub>4</sub>	1516 a	2200 a	796 a	2,5 a	17 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si (Tukey, 5%).

A segunda coleta de biomassa de parte aérea foi realizada no dia 06/08/2008 no momento da colheita da cultura de sorgo. Essa coleta não apresentou diferença para a produção de massa seca de colmo, material senescente e índice área foliar; porém diferiu para a produção de massa seca de folhas e área foliar específica (Tabela 7).

Leão (2006), trabalhando com sorgo forrageiro sob condições sem estresse e com estresse hídrico 45 dias após a emergência das plantas verificou que não houve diferença para a produção de massa seca de parte aérea.

Tabela 7 – Média dos dados transformados (raiz quadrada de  $Y + 1.0 - \text{SQRT}(Y+1.0)$ ) de massa seca de folhas (MSF), colmo (MSC) e material senescente (MSS), índice de área foliar (IAF) e área foliar específica (AFE) de sorgo na segunda coleta. Entre parênteses estão apresentados os dados reais

Tratamento	MSF (kg/ha)	MSC (kg/ha)	MSS (kg/ha)	IAF	AFE (m <sup>2</sup> /kg)
T <sub>1</sub>	1 (0) c	44 (2064) a	28 (786) a	1,0 (0,0) a	---
T <sub>2</sub>	2 (16) bc	42 (1880) a	32 (1051) a	1,0 (0,0) a	1,4 (9,6) b
T <sub>3</sub>	17 (367) a	51 (2690) a	31 (1006) a	1,1 (0,3) a	3,0 (12,0) ab
T <sub>4</sub>	14 (307) ab	43 (1827) a	30 (905) a	1,2 (0,5) a	3,2 (14,6) a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si (Tukey, 5%).

A massa seca de folhas e a área foliar específica foram maiores no T<sub>4</sub> quando comparado com o T<sub>2</sub>, conforme pode ser visualizado na tabela 8. Este fato é explicado pelo motivo do T<sub>4</sub> ter recebido o déficit hídrico no período reprodutivo, momento este que, em condições normais, os órgãos reprodutores seriam os drenos mais fortes da planta. Porém o déficit hídrico no T<sub>4</sub> reduziu o a formação de grãos (Tabela 8), diminuindo assim o dreno reprodutivo da planta. Já o T<sub>2</sub> teve o estresse no desenvolvimento inicial das plantas, não afetando a fase reprodutiva.

Floss (2006) cita que na fase de floração de plantas anuais, o sistema de distribuição passa a favorecer os órgãos reprodutores e após o florescimento o dreno reprodutivo torna-se extremamente forte, limitando a partição de fotoassimilados, sendo que na maioria dos casos cessa o crescimento da planta. Os fotoassimilados depositados no grão podem ser oriundos de três fontes principais: da fotossíntese das folhas ativas, da fotossíntese das demais partes verdes e da remobilização de fotoassimilados depositados em outros órgãos da planta.

A tabela 8 mostra que períodos de escassez hídrica afetaram o rendimento da produção de grãos na cultura de sorgo, principalmente quando esses ocorreram no período reprodutivo, na fase de iniciação da panícula e florescimento da cultura do sorgo. A menor produção no T<sub>3</sub> está relacionada ao menor tamanho da panícula (Tabela 6). No tratamento T<sub>4</sub>, o estresse hídrico afetou a fecundação, o que se comprova pela menor quantidade de grãos por panícula. As plantas compensaram a menor quantidade com o aumento do peso dos grãos, conforme se vê na tabela abaixo.

Tabela 8 - Massa seca de grãos em um hectare e peso de mil grãos secos

Trat.	MS grãos (kg/ha)	Peso de mil grãos (g)
T <sub>1</sub>	2475 a	18,7 c
T <sub>2</sub>	1708 ab	26,4 bc
T <sub>3</sub>	958 bc	30,8 b
T <sub>4</sub>	51 c	167,5 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si (Tukey, 5%).

Lopes et al. (2008) verificaram uma redução na produção de grãos da cultura de sorgo quando submetido ao déficit hídrico. Ney et al. (1994) demonstraram que o déficit hídrico causou significativo efeito na redução do número de grãos de ervilhas, quando ocorreu junto ou após o florescimento.

Kiniry e Ritchie (1985), trabalhando com a cultura do milho, verificaram que o estágio em que o número de grãos por espiga é mais sensível ao déficit hídrico compreende o período entre duas semanas antes e duas a três semanas após a antese; Tollenaar et al. (1992) encontraram que o período mais crítico para a formação de grãos do milho é justamente o momento do florescimento. A ocorrência de déficit hídrico durante o período reprodutivo do milho reduz a formação da espiga (HERRERO e JOHNSON, 1981).

Os resultados obtidos no presente trabalho mostram que o déficit hídrico quando acontece na primeira fase de crescimento da cultura do sorgo, que vai da germinação até a iniciação da panícula (T<sub>2</sub>), provoca menos danos a planta do que na fase da iniciação da panícula até o florescimento (T<sub>3</sub>) e na fase que vai da floração a maturação fisiológica (T<sub>4</sub>). Estes efeitos podem ser atribuídos a uma desorganização do estado hormonal da panícula em diferenciação no T<sub>3</sub> (MAGALHÃES e DURÃES, 2003).

A fotossíntese desempenha importante papel na produção de uma cultura (WULLSCHLEGER e OOSTERHUIS, 1990), pois o rendimento de grãos é potencialmente influenciado pela duração da taxa de acumulação de carboidratos (CRAFTS-BRANDNER e PONELEIT, 1992), porém, com a severidade do estresse, a desidratação das células do mesófilo inibe a fotossíntese (TAIZ e ZEIGER, 2004).

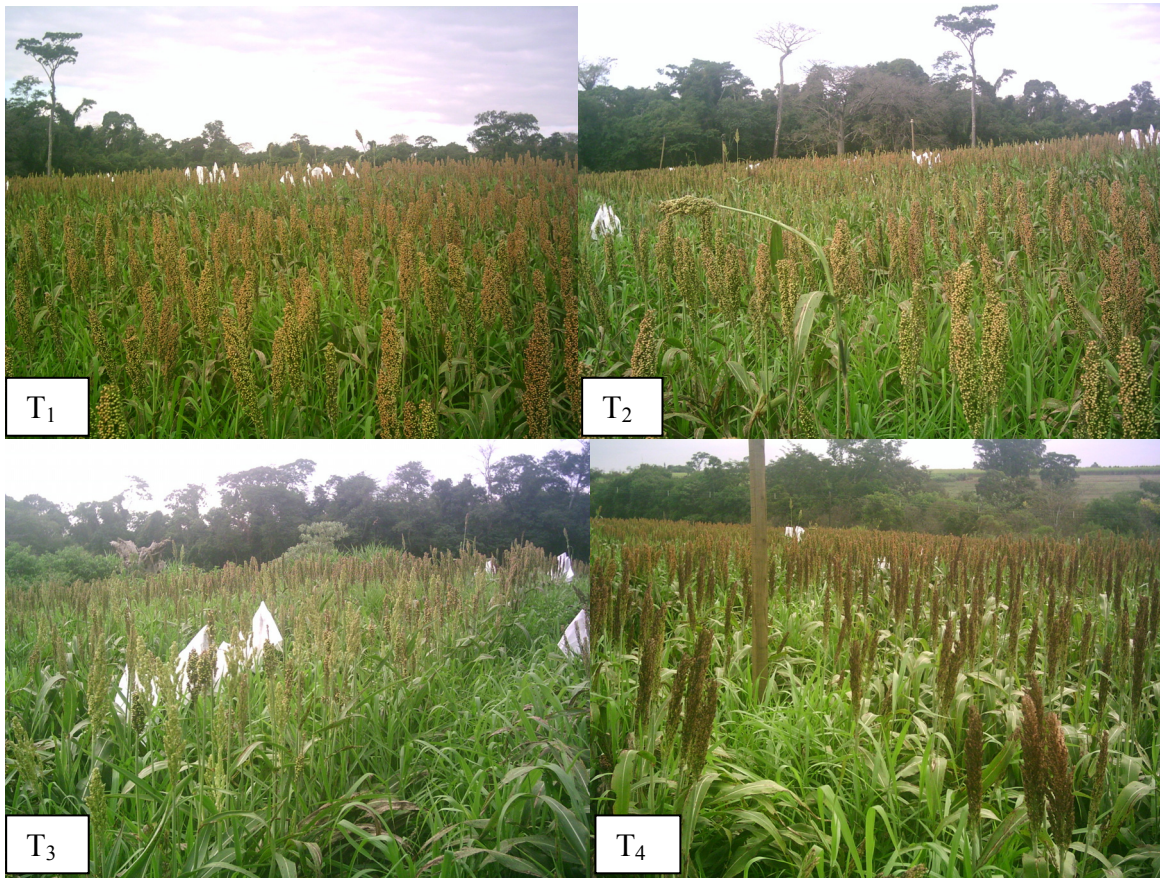


Figura 8 – Imagens para demonstrar a lavoura de sorgo granífero nos tratamentos em período anterior à colheita de grãos

Aos 66 dias após a colheita do sorgo, foi realizada a terceira coleta da biomassa de parte aérea, e constatou-se, que para a cultura do sorgo, os tratamentos que sofreram o déficit hídrico durante o período de iniciação da panícula (T<sub>3</sub>) e florescimento (T<sub>4</sub>) da cultura do sorgo foram os que mais produziram durante a rebrota (Tabela 9), este fato pode estar relacionado a relação fonte:dreno da planta.

Tabela 9 - Massa seca de folhas (MSF), colmo (MSC) e material senescente (MSS), índice de área foliar (IAF) e área foliar específica (AFE) de sorgo na terceira coleta

Tratamento	MSF (kg/ha)	MSC (kg/ha)	IAF	AFE (m <sup>2</sup> /kg)
T <sub>1</sub>	57 b	26 b	0,4 b	4 b
T <sub>2</sub>	325 b	182 b	3,5 ab	10 ab
T <sub>3</sub>	1050 a	913 a	11,8 a	15 a
T <sub>4</sub>	1023 a	651 ab	10,4 a	10 ab

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si (Tukey, 5%).

Segundo Moraes et al. (1995) existe uma hierarquia na partição de assimilados para a fabricação dos diferentes compartimentos que compõem a biomassa vegetal. Na ausência de limitações dos recursos temperatura, água, nitrogênio e luz, a prioridade de alocação dos assimilados é para atender a demanda de grãos, folhas, hastes, ramificações e finalmente raízes. Na ocorrência de limitações de algum dos fatores que determinam diminuição na oferta de carbono, a intensidade de demanda de cada um dos compartimentos é alterada, e a prioridade de alocação de assimilados passa a ser para raízes e reservas.

No presente experimento em condição de estresse a planta pode ter direcionado os fotoassimilados para as reservas orgânicas das raízes, em detrimento a produção de grãos. Desta maneira tendo uma maior capacidade de desenvolver-se durante a rebrota.

A altura de plantas do sorgo apresentou interação entre tratamento e dias após a germinação ( $P < 0,0001$ ). A primeira avaliação foi feita 13 dias após a aplicação do déficit hídrico no tratamento T<sub>2</sub>. Portanto, no início das avaliações o T<sub>2</sub> já apresentava uma altura menor que os demais tratamentos, mas com o passar do tempo houve uma recuperação na altura de suas plantas. As plantas do tratamento T<sub>3</sub> apresentaram menor altura que nos demais tratamentos (Figura 6).

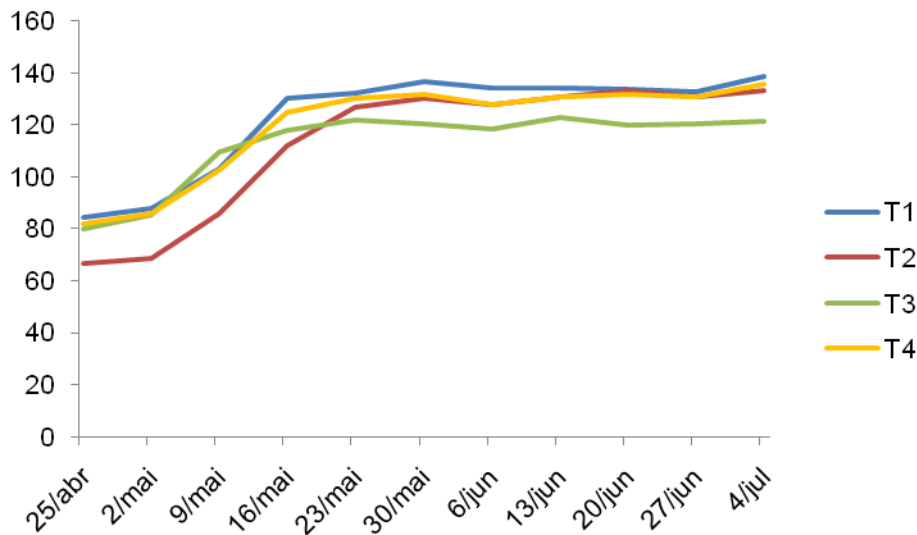


Figura 6 - Altura de plantas de sorgo em cada tratamento antes da colheita da cultura do sorgo

Coelho et al. (2008) trabalharam com plantas de sorgo submetidas à deficiência hídrica e observaram redução na altura das plantas que tiveram déficit hídrico. Os autores explicaram que esse fato pode estar associado à inativação de hormônios responsáveis pelo crescimento da planta em altura e do diâmetro do colmo.

Lira et al. (1989) e Amaral et al. (2003) trabalhando com sorgo forrageiro em condição de déficit hídrico, citam que a menor velocidade de crescimento em plantas submetidas a estresse hídrico é uma característica de resistência a seca. Segundo Ritchie (1975) a redução da altura é um dos principais sintomas de estresse hídrico em plantas. Tal comportamento foi também observado em o capim-marandu (ARAUJO, 2008 e no presente trabalho), em capim-Tobiatã (DIAS FILHO et al., 1989) e em capim elefante (BARRETO et al., 2001).



#### 4.2 *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Nas três coletas de biomassa de parte aérea realizadas com o capim-marandu, não houve efeito dos tratamentos sobre a massa de folhas e de haste, o índice de área foliar e a área foliar específica.

Barros Lima et al. (2008) trabalhando com o capim-marandu em casa-de-vegetação, com uma redução da umidade do solo para o teor de 25% da capacidade de armazenamento de água disponível no solo (CAD), verificaram a redução da produção de biomassa da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés logo após a condição de déficit hídrico. Araújo (2008) trabalhando em casa-de-vegetação com o capim-marandu notou redução da massa seca de folha, colmo e raízes com 25% da CAD, porém não observou efeito do estresse quando o nível restrição hídrica foi de 50% da CAD. Na primeira avaliação, o T<sub>4</sub> estava em condição de déficit hídrico, porém ainda não havia atingido o teor de umidade próximo ao ponto de murcha permanente (10,56%). As parcelas deste tratamento, portanto, ainda não tinham chegado à porcentagem de umidade necessária para que ocorressem quedas na produção devido ao estresse hídrico.

Para os tratamentos T<sub>2</sub> e T<sub>3</sub> na primeira coleta e para a segunda e a terceira coletas, as avaliações de biomassa de parte aérea foram feitas mais de 10 dias após o final do período de estresse. Araujo (2008), trabalhando com consórcio de milho e *B. brizantha* cv. Marandu, também não observou efeito do período de estresse sobre a biomassa de parte aérea do capim. O autor cita que este fato pode estar relacionado à recuperação das plantas após o período de estresse, uma vez que a coleta foi feita mais de 8 dias após o último tratamento ter saído do período de déficit hídrico.

Tabela 10 – Média entre tratamentos da massa seca de folhas (MSF), massa seca de colmo (MSC), massa seca material senescente (MSS), índice de área foliar (IAF) e área foliar específica (AFE) de capim-marandu nas três coletas

Coleta	MSF (kg/ha)	MSC (kg/ha)	MSS (kg/ha)	IAF	AFE (m <sup>2</sup> /kg)
1	549	424	0	1,2	22
2	1281	1425	169	2,7	20
3	1394	650	0	2,9	20

Guenni et al. (2006) relatam que espécies de *Brachiaria* podem desenvolver um sistema radicular em maiores profundidades, favorecendo a captação de água, tendo um bom desenvolvimento após o déficit hídrico.

Mattos et al. (2005 a) verificaram que a *Brachiaria brizantha* é uma espécie de alta tolerância ao déficit hídrico, pois em condições de deficiência hídrica apresenta baixa sensibilidade de seus estômatos ao estresse, baixo comprometimento das suas taxas de fotossínteses e transpiração, baixa taxa de senescência e expressivo aumento na produção de raízes, em comparação com a *B. decumbens*, *B. humidicola* e *B. mutica*.

A razão da biomassa de raízes para a parte aérea parece ser governada por um balanço funcional entre absorção de água e nitrogênio pelas raízes e fotossíntese pela parte aérea. Dito de maneira simplificada, a parte aérea continuará crescendo até que a absorção de água e nitrogênio pelas raízes torne-se limitante; inversamente, as raízes crescerão até que sua demanda por fotossintatos da parte aérea iguale-se ao suprimento. Esse balanço funcional é alterado se o suprimento hídrico decrescer (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Não houve interação entre tratamento e semana para a variável perfilhamento do capim, nas duas etapas de avaliação (antes (P=0,9895) e após (P=0,8942) a colheita do sorgo).

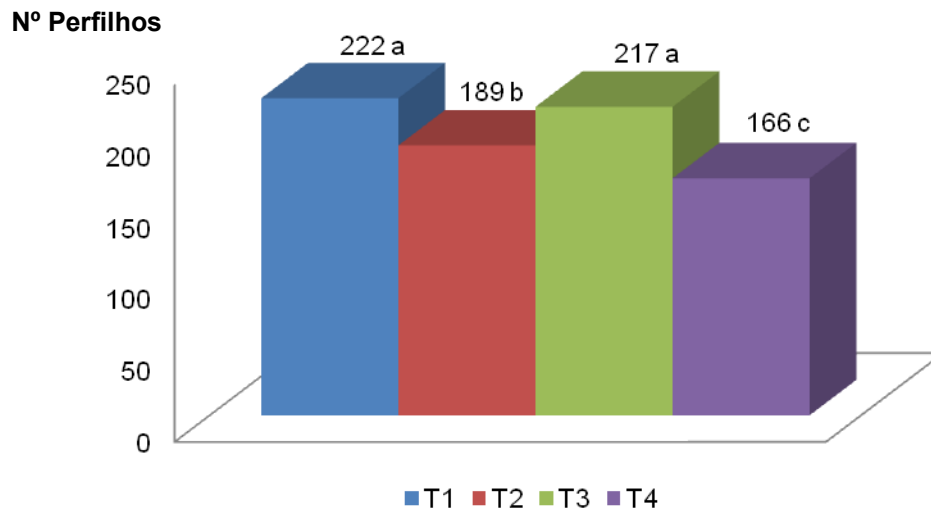


Figura 7 – Número de perfilhos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (perfilhos/m<sup>2</sup>) durante a primeira etapa de avaliação (antes da coleta do sorgo). Os números são a média de 15 avaliações semanais. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).

Antes da coleta do sorgo, os tratamentos T<sub>2</sub> e T<sub>4</sub> tiveram um menor número de perfilhos, comparado com os demais tratamentos (Figura 7). No tratamento T<sub>2</sub>, o solo atingiu o ponto de murcha permanente quatro dias antes do início do perfilhamento das plantas.

Além disso, o fato da adubação de manutenção no T<sub>2</sub> ter sido realizada durante o período de déficit hídrico, também influenciou no menor número de perfilhos. Em um estudo com mudas de *Paspalum urvillei* em casa-de-vegetação, cultivadas em areia lavada com solução nutritiva (Hoagland) sob influência de níveis de nitrogênio (0,5; 7,5 e 15 g N/planta) e duas condições de umidade no solo (6,4 e 5,4% de água em volume), Soares et al. (2001) verificaram que o número de perfilhos por planta foi a variável mais afetada pela interação dos tratamentos observados, onde o aumento da disponibilidade de nitrogênio não estimulou o perfilhamento das plantas quando a umidade no solo permaneceu baixa (5,4% de água em volume).

A diminuição do perfilhamento em plantas sob déficit hídrico ocorre principalmente devido a baixa disponibilidade imediata de nutrientes para os pontos de crescimento, pois os nutrientes são absorvidos pelo sistema radicular via solução do solo (PREMAZZI et al., 2003; TAIZ e ZEIGER, 2004).

O nitrogênio é absorvido pela planta por fluxo de massa, portanto em condições de escassez hídrica ocorre redução na divisão celular na etapa de diferenciação celular dos meristemas apicais. Após a divisão celular outra etapa característica do crescimento vegetal é representada pelo alongamento celular, sendo este depende das condições hídricas celulares, como a turgidez celular, que é proporcionado pelo suprimento hídrico ideal (TAIZ e ZEIGER, 2004). Sendo assim a condição hídrica é fundamental para o crescimento vegetal e principalmente para o surgimento dos perfilhos em plantas forrageiras.

No tratamento  $T_4$ , além do efeito do estresse hídrico, a competição mais acentuada por água, luz e nutrientes entre as plantas de capim e as plantas de sorgo contribuiu para o menor número de perfilhos. Segundo Da Silva e Nascimento Jr. (2006), em situações de competição por luz, as plantas forrageiras tendem a desenvolver folhas mais longas e reduzir a taxa de perfilhamento.

No tratamento  $T_3$  a competição entre as plantas foi reduzida devido ao efeito do estresse sobre o desenvolvimento do sorgo. Além disso, o ponto de murcha permanente só foi atingido 22 dias após o início do perfilhamento das plantas, quando as gemas axilares já haviam sofrido estímulo para a iniciação de novos perfilhos. Outro fato é que quando o  $T_3$  recebeu o déficit hídrico, em comparação com o  $T_2$ , apresentava um sistema radicular maior, tendo assim um volume de solo explorado maior, aumentando a capacidade de captação de água.

Araujo (2008) notou uma redução no perfilhamento de capim-marandu em cultivo solteiro e consorciado com o milho sob condição de déficit hídrico. As plantas forrageiras que crescem em sistema consorciado estão sujeitas a um sombreamento constante, pois conforme a cultura anual se desenvolve esta vai interceptando grande parte da luz solar incidente e em conseqüência, sombreando a forrageira (TSUMANUMA, 2004), desta forma as plantas forrageiras que se desenvolvem em sistemas consorciados apresentam um menor perfilhamento quando comparado com as de sistemas de cultivo solteiro.

Após a colheita do sorgo e o corte de uniformização o perfilhamento do capim não apresentou diferença estatística entre os tratamentos, este fato mostra a

capacidade de recuperação da *B. brizantha* cv. Marandu na produção após períodos de estresse hídrico.

Avaliando o perfilhamento de plantas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante o período de estabelecimento em vasos sob déficit hídrico, Araujo et al. (2008) constataram que a redução no número de perfilhos surgidos ocorreu quando a restrição hídrica foi suficiente para que o solo atingisse umidade equivalente a 25% da capacidade de armazenamento de água no solo, independentemente se o déficit hídrico iniciou-se na semeadura, germinação ou perfilhamento das plantas, porém quando estas foram irrigadas novamente (ao final do período de déficit hídrico) restabeleceram a emissão de novos perfilhos, sendo que ao final das avaliações os números de perfilhos acumulados foram semelhantes para os tratamentos em questão comparados com o tratamento testemunha, onde a umidade do solo permaneceu constantemente próximo a capacidade de campo.

O maior número de perfilho após a colheita do sorgo em comparação ao período de consórcio se deve a três fatores: a redução da competição por luz, a adubação nitrogenada após o corte de uniformização, e o corte de homogeneização ter induzido às mudanças compensatórias no funcionamento de vários órgãos da planta. Estas mudanças incluem reativação da fotossíntese em folhas residuais, redistribuição de assimilados, especialmente de carboidratos, dentro da planta, estímulo à produção de hormônios que promovem e controlam o desenvolvimento de meristemas, crescimento reduzido de raízes (DA SILVA e NASCIMENTO JUNIOR, 2006). Esses ajustamentos fisiológicos contribuem para a recuperação da planta e início de novo crescimento.

Houve interação entre tratamento e dias após a emergência ( $P < 0,0001$ ) para a variável altura. A altura do capim-marandu foi afetada pelo déficit hídrico no período de germinação e perfilhamento inicial (Figura 8).

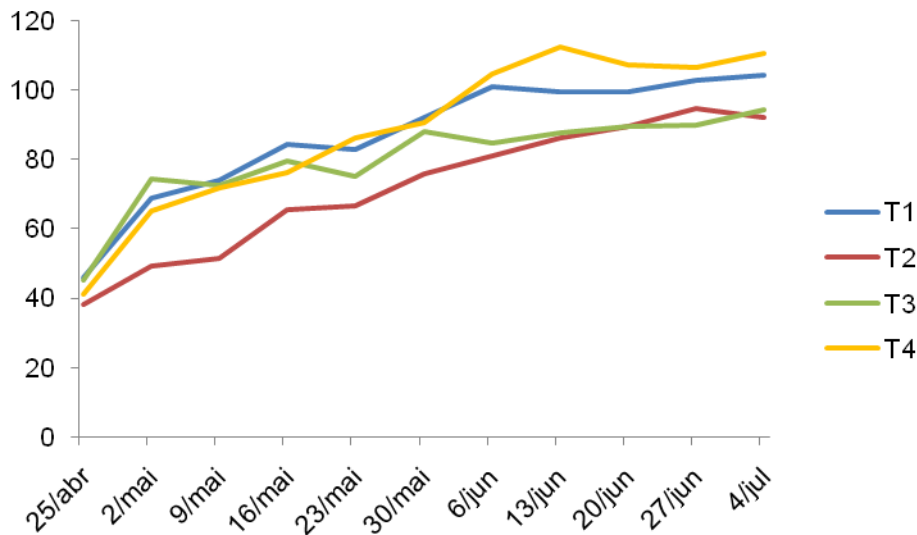


Figura 8 - Altura de plantas (cm) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em cada tratamento antes da colheita da cultura do sorgo

A altura das plantas do T<sub>2</sub> apresentou uma redução significativa na segunda avaliação no dia 02/05/2008, 50 dias após a emergência e 20 dias após o período de déficit hídrico. A altura do T<sub>3</sub> apresentou uma redução significativa na sétima avaliação (06/06/2008), 85 dias após a emergência e 29 dias após o período de déficit hídrico. Este fato pode estar associado ao estiolamento das plantas devido ao efeito do perfil de radiação da cobertura artificial (estufa móvel), tal fato foi observado nos tratamentos citados. Desta forma no período de déficit hídrico as plantas não apresentavam redução na altura quando comparada com a testemunha, devido ao efeito do estiolamento e após a retirada da estufa pode-se observar o efeito do estresse hídrico, pois as plantas destes tratamentos não apresentaram um crescimento significativo.

Após o corte de homogeneização, que ocorreu posteriormente à colheita do sorgo, a rebrota do capim não apresentou diferença para a variável altura, 25 cm, numa média de 5 avaliações, não havendo interação entre tratamento e dias após a emergência ( $P = 0,9998$ ), mostrando mais uma vez a capacidade do capim-marandu de restabelecer seu crescimento normal, após a condição de déficit hídrico.

## **5 CONCLUSÕES**

Em áreas de plantio consorciado, o estresse por déficit hídrico provoca atraso no perfilhamento e no desenvolvimento inicial do capim-marandu, porém, em períodos posteriores á escassez hídrica esse capim apresenta uma capacidade de recuperação. A restrição hídrica no período de iniciação da panícula ou do florescimento do sorgo causa a redução na produção de grãos da cultura, devendo-se evitar o plantio nas épocas em que essas fases do ciclo fenológica da cultura do sorgo possam coincidir com períodos de déficit hídrico.





## REFERÊNCIAS

AMARAL, S.R.; LIRA, M.A.; TABOSA, J.N.; SANTOS, M.V.F.; MELLO, A.C.L.; SANTOS, V.F. Comportamento de linhagens de sorgo forrageiro submetidas a déficit hídrico sob condição controlada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.8, p.973-979, ago. 2003.

ARAUJO, L.C. **Influência da disponibilidade de água no desenvolvimento de plantas de capim marandu e milho**: cultivo solteiro e consorciado. 2008. 98p. Dissertação de (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

ARAUJO, L.C.; SANTOS, P.M.; MENDONÇA, F.C.; MOURÃO, G.B. Avaliação do capim-marandu sob déficit hídrico em casa de vegetação, no período de estabelecimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008. Lavras, MG, **Anais...** Lavras, MG, , 2008. 1 CD-ROM

AYARZA, M.A.; VILELA, L.; PIZARRO, E.A.; COSTA, P.H. Sistemas agropastoriles basados em leguminosas de usos múltiples. In: GUIMARÃES, E.P.; SANZ, J.I.; RAO, I.M.; AMÉSQUITA, M.C.; AMÉZQUITA, E. (Ed.). **Sistemas agropastoriles em sabanas tropicales de América Latina**. Cali: CIAT; Brasília: EMBRAPA, 1999. p.175-193.

BARRETO, G.P.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.S.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B. Avaliação de clones de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e de um híbrido com milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) submetidos a estresse hídrico – 1: parâmetros morfológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.1, p.1-6, 2001.

BARROS LIMA, N.R.C.; CHIMENEZ, V.O.; ALTOE, J.; GULLO FILHO, P.R.; BARICHELLO, F.; SANTOS, P.M. Estabelecimento de duas cultivares de *Brachiaria brizantha* em casa-de-vegetação sob déficit hídrico. In: SIMPÓSIO CIENTÍFICO DOS PÓS-GRADUANDOS NO CENA/USP. **Ciência: A questão água**, 2008. Piracicaba, SP, **Anais...** Piracicaba, SP, 2008. 1 CD-ROM.

BERKOWITZ, G.A. Water and salt stress. In: RAGHAVENDRA, A.S. (Ed.). **Photosynthesis: comprehensive treatise**. Cambridge: Cambridge University, 1998. p.226-237.

CAMPOS, X.C. **Fertilização com Sulfato de Amônio na Cultura do Milho em um Solo do Cerrado de Brasília sob Pastagem de *Brachiaria decumbens***. 119p. 2004. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas na área de) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

COELHO, I.L.; LOPES, M.J.S.; NEVES, H.K.B.; LOBATO, A.K.S.; OLIVEIRA NETO, C.F.; COSTA, R.C.L. Acúmulo de biomassa em plantas de sorgo submetidas à deficiência hídrica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O

PROGRESSO DA CIÊNCIA - SBPC., 60., Disponível em:  
<<http://www.sbpcnet.org.br/livro/60ra/resumos/resumos/R1259-1.html>>. Unicamp,  
Campinas, SP, 2008. Acesso em: 27 out. 2008.

CRAFTS-BRANDNER, S.J.; PONELEIT, C.G. Selection for seed growth characteristics: effect on leaf senescence in maize. **Crop Science**, Madison, v.32, p.127-131, 1992.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR, D. Ecofisiologia de Plantas Forrageiras. In: PEREIRA, O.G.; OBEID, J.A.; NASCIMENTO Jr.; D. FONSECA, D.M.;(Ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3, 2006. Viçosa, **Anais...Viçosa** : UFV, 2006. p.1-42.

DIAS FILHO, M.B.; CORSI, M.; CUSATO, S. Respostas morfológicas de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiata ao estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.7, p.893-898, jul. 1989.

FAGERIA, N.K.; STONE, L.F.; SANTOS, A.B. **Maximização da eficiência de produção das culturas.**, Santo Antônio de Goiás – GO: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1999. 294p.

FERREIRA, D.F. **SISVAR 4. 6 - Sistema de Análises Estatísticas**. Lavras: UFLA, 2003.

FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. 3 ed. Passo Fundo – RS, Editora: UPF, 2006. 751p.

GUENNI, O.; GIL, J.L.; BARUCH, Z.; MÁRQUEZ, L.; NÚÑEZ, C. Respuestas al déficit hídrico em especies forrajeras de *Brachiaria* (Trin.) griseb. (Poaceae). **Interciencia**, Caracas, v. 31, n. 7, p. 505-511, 2006.

HERRERO, M.P.; JOHNSON, R.R. Drought stress and its effects on maize reproductive systems. **Agronomy Journal**, Madison, v.21, p.105-110, 1981.

KICHEL, A.N.; MIRANDA, C.H.; ZIMMER, A.H. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 201-234,

KINIRY, J.R.; RITCHIE, J.T. Shade-sensitive interval of kernel number of maize. **Agronomy Journal**, Madison, v.77, p.711-715, 1985.

KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A.R.; TEIXEIRA, S.M.; OLIVEIRA, E.T. Renovação de pastagens do Cerrado com arroz. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Barreirão**. Goiânia: EMBRAPA, CNPAF, 1991. 20p. (Documento, 33).

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, A. **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antonio de Goiás: EMBRAPA Arroz Feijão, 2003. 570p.

LEÃO, D.A.S. **Estresse hídrico e adubação fosfatada no desenvolvimento inicial e na qualidade da forragem da gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.) e do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.)**. 2006. 71 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia/Sistema Agrosilvopastoril) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, 2006.

LIRA, M.A.; BRANDÃO, A.R.M.; TABOSA, J.N.; BRITO, G.Q. Estudos preliminares de resistência à seca em genótipos de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.18, n.1, p.1-12, 1989.

LOPES, M.J.S.; NEVES, H.K.B.; LUZ, L.M.; LOBATO, A.K.S.; OLIVEIRA NETO, C.F.; COSTA, R.C.L. Produção de grãos em plantas de sorgo submetidas a deficiência hídrica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA – SBPC, 60., Disponível em: <<http://www.sbpcnet.org.br/livro/60ra/resumos/resumos/R1226-1.html>>. Unicamp, Campinas, SP, 2008. Acesso em: 27 out. 2008.

LUDLOW, M.M.; NG, T.T. Effect of water deficit on carbon dioxide exchange and leaf elongation rate of *Panicum maximum* var. trichoglume. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.3, n.3, p.401-413, 1976.

MACEDO, J.; Os solos da região do Cerrado. In: ALVAREZ, V.V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. **Os solos nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentável**. Viçosa: SBCS, 1996. p. 135-167.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; RODRIGUES, J.A.S. **Fisiologia da planta de sorgo**. ISSN 1679-0162, , Sete Lagoas MG: EMBRAPA Milho e Sorgo Nov. 2003. (Comunicado técnico 86)

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. **Ecofisiologia da produção de sorgo**., ISSN 1679-0162, Sete Lagoas MG: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2003. (Comunicado técnico, 87).

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**, Viçosa, v.34, n.3, p.746-754, 2005a.

MATTOS, J.L.S.; GOMIDE, J.A.; HUAMAN, C.A.M. Crescimento de Espécies de *Brachiaria* sob Déficit Hídrico e Alagamento a Campo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.3, p.755-764, 2005b.

MORAES, A.; MARASCHIN, G. E.; NABINGER, C. Pastagens nos ecossistemas de clima sub-tropical: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 32., 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p.147-200.

MOREIRA, J.A.A.; STONE, L.F.; SILVA, S.C.; SILVEIRA, P.M. **Irrigação do feijoeiro no sistema de plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão 1999. 31 p. (Circular técnica, 33)

NEY, B., DUTHION, C.; TURC, O. Phenological response of pea to water stress during reproductive development. **Crop Science**, Madison, v.34, p.141-146, 1994.

PORTES, T.A.; CARVALHO, S.I.C.; OLIVEIRA, I.P.; KLUTHCOUSKI, J. Análise de crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.7, p.1349-1358, jul. 2000.

PREMAZZI, L.M.; MONTEIRO, F.A.; CORRENTE, J.E. Perfilamento em capim-bermuda cv. Tifton 85 em respostas a doses e ao momento de aplicação do nitrogênio após o corte. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 3, p.565-571, 2003.

RAIJ, B. van; CATARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. - **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: Instituto Agrônomico; Fundação IAC, 1996. 258 p. ( Boletim Técnico 100)

RASSINI, J.B. **Irrigação de pastagens**: frequência e quantidade de aplicação de água em latossolos de textura média. São Carlos, SP: EMBRAPA Pecuária Sudeste, 2002. 7p. (Circular Técnica, n.31)

RESENDE, M.; KER, J.C.; BAHIA FILHO, A.F.C. Desenvolvimento sustentável do Cerrado. In: ALVAREZ, V.V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. **Os solos nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentável**. Viçosa: SBCS, 1996. p.169-199.

RITCHIE, J.T. Atmospheric and soil water influences on the plant water balance. In: STONE, J.F. (Ed.). **Plant modification for more efficient water use**. Amsterdam: Elsevier Scientific, 1975. p. 183-198.

RODRIGUES, J.A.S.; SANTOS, F.G.; SHAFFERT, R.E.; FERREIRA, A.S.; CASELA, C.R.; PITTA, G.V.E. **BRS 610 – Híbrido de sorgo forrageiro para produção de silagem de alta qualidade**. ISSN 0102-0099 Sete Lagoas: , EMBRAPA Milho e Sorgo, dez 2004. (Comunicado Técnico 102)

SANTOS, S.A. **Indicadores de sustentabilidade de sistemas de produção animal**. (Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal,) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, Campo Grande – MS,. 1º Semestre de 2006.  
SAS Institute, Inc. 2002/2003. **SAS / STAT User's guide, Version 9.1**. SAS Inst., Cary, NC. 1 CD-ROM

SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; DOUZET, J.M. **Gestão dos solos e das culturas nas áreas de fronteiras agrícolas dos Cerrados úmidos e das florestas no Cerrado-Oeste brasileiro – região Centro Norte de Mato Grosso: campanha agrícola 1993-94.** Lucas do Rio Verde: Cooperlucas; CIRAD-CA, 1994. Convênio RPA/COOPERLUCAS/CIRAD-CA. 259p.

SOARES, A.B.; ROSA, L.M.; SILVEIRA, E.O.; PONTES, L.S.; AZARINI, L.; CARVALHO, C.F.; NABINGRE, C. Água e nitrogênio como determinante do crescimento de *Paspalum urvillei*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 317-318.

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 3 ed. Tradução de E.R. Santarém et al. Porto Alegre:Artmed. 2004. 719p.

TOLLENAAR, M.; DWYER, L.M.; STEWART, D.W. Ear and kernel formation in maize hybrids representing three decades of grain yield improvement in Ontario. **Crop Science**, Madison, v.32, p.432-428, 1992.

TSUMANUMA, G.M. **Desempenho do milho consorciado com diferentes espécies de braquiárias.** 2004. 83p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

VAN LOO, E.N. Tillering, leaf expansion and growth of plants of two cultivars of perennial ryegrass grown using hydroponics at two water potentials. **Annals of Botany**, Oxford, v.70, n.6, p.511- 518, 1992.

WULLSCHLEGER, S.D.; OOSTERHUIS, D.M. Photosynthetic carbon production and use by developing cotton leaves and bolls. **Crop Science**, Madison, v.30, p.1259-1264, 1990.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)