

**PRODUÇÃO E TROCAS GASOSAS DO CAPIM-MOMBAÇA (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) EM FUNÇÃO DE NÍVEIS DE DEPLEÇÃO DE ÁGUA NO SOLO****DIEGO BRANDÃO<sup>1\*</sup>; SERGIO NASCIMENTO DUARTE<sup>2</sup>; JEFFERSON VIEIRA JOSÉ<sup>3</sup>; HUGO THANER DOS SANTOS<sup>4</sup> E PEDRO RAMUALYSON FERNANDES SAMPAIO<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Doutorando, Departamento de Engenharia de Biossistema, Universidade de São Paulo/ ESALQ, C.P. 09 – 13418-900 – Piracicaba, SP – Brasil. E-mail: [diego\\_brand@hotmail.com](mailto:diego_brand@hotmail.com)

<sup>2</sup>Professor, Departamento de Engenharia de Biossistema, Universidade de São Paulo/ ESALQ, C.P. 09 – 13418-900 – Piracicaba, SP – Brasil. E-mail: [snduarte@usp.br](mailto:snduarte@usp.br)

<sup>3</sup>Professor Visitante, Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental, Instituto de Ciências e Tecnologia Agrícola, Universidade Federal de Mato Grosso, C.P. 78735-910 – Rondonópolis, MT – Brasil. E-mail: [jfvieira@usp.br](mailto:jfvieira@usp.br)

<sup>4</sup>Doutorando, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Meteorologia Aplicada), Universidade Federal de Viçosa, C.P. 36570-900 – Viçosa, MG – Brasil. E-mail: [hugo.thaner@ufv.br](mailto:hugo.thaner@ufv.br)

<sup>5</sup>Doutorando, Departamento de Engenharia de Biossistema, Universidade de São Paulo/ ESALQ, C.P. 09 – 13418-900 – Piracicaba, SP – Brasil. E-mail: [ramualyson@hotmail.com](mailto:ramualyson@hotmail.com)

**1 RESUMO**

As pastagens constituem-se na principal forma de alimentação do rebanho bovino brasileiro. São escassas as informações na literatura acerca das respostas das forrageiras ao manejo da irrigação. Objetivou-se neste trabalho avaliar as trocas gasosas, a altura e a produção de fitomassa fresca e seca da parte aérea do capim-mombaça, sob diferentes níveis de água no solo. Adotou-se o delineamento de blocos aleatorizados, em dois experimentos utilizando de dois solos de texturas distintas: Nitossolo Vermelho (série “Luiz de Queiroz”) e Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (série “Sertãozinho”); aplicou-se quatro níveis de depleção de água no solo (15, 30, 45 e 60%) com quatro repetições. A pesquisa foi realizada em casa de vegetação na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP, no município de Piracicaba - SP. A umidade dos solos foi controlada por meio de pesagens diárias dos vasos de um bloco; foram realizados três cortes no capim. A taxa fotossintética, a altura das plantas e as fitomassas fresca e seca foram afetadas pela condição hídrica do solo; o nível de cerca de 30% de depleção de água no solo apresentou-se superior para as variáveis estudadas em ambos os solos.

**Palavras-chave:** irrigação de pastagens, deficiência hídrica, taxa fotossintética

**BRANDÃO, D.; DUARTE, S. N.; VIEIRA JOSÉ, J.; SANTOS, H. T. dos E PEDRO SAMPAIO, R. F.****YIELD AND GAS EXCHANGES OF MOMBAÇA GRASS (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaca) TO DIFFERENT LEVELS OF SOIL WATER DEPLETION**

## 2 ABSTRACT

The main form of feeding Brazilian cattle is through pastures. There is a lack of information about pasture responses under irrigation. The aim of this study was to evaluate gas exchanges, height and weight of green and dry mass of mombaça grass under different soil water levels. Two experiments were set up in randomized blocks consisting of four levels of soil water depletion (15, 30, 45 and 60%) applied to two soils – Red Nitosol and Distrofic Yellow Red Latosol with four replications. The research was performed at “Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP in greenhouse at Piracicaba - SP city. Soil moisture was controlled by the weight of the experimental plots and the grass was cropped three times. Photosynthesis rate, height, green and dry weight of canopy were affected by soil water content; about thirty per cent of soil water depletion proportioned the better response for the studied variables for both soils.

**Keywords:** pasture irrigation, water deficit, photosynthesis rate

## 3 INTRODUÇÃO

A forma mais prática e econômica de alimentação do rebanho bovino brasileiro, para produção de carne ou leite, é por meio de pastagens. O capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) é uma espécie forrageira com destaque na atividade pecuária, por possuir fácil implantação via sementes, ser altamente produtiva e apresentar elevado valor nutritivo, embora seja exigente em água, luz e nutrientes (MARTHA JÚNIOR et al., 2004; BARBOSA et al., 2006).

A utilização da irrigação em pastagens permite manter os índices de produtividade e rentabilidade desejáveis à atividade pecuária, reduzindo-se os efeitos negativos da deficiência hídrica às plantas quando a taxa de evapotranspiração excede a precipitação (CUNHA et al., 2008).

A deficiência hídrica promove uma série de alterações fisiológicas indesejáveis ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas. Entre estas, podem-se citar o fechamento estomático, que conseqüentemente leva à diminuição da taxa fotossintética, à perda de água por transpiração, ao aumento da temperatura foliar, à redução da divisão celular e a menor produção de matéria seca (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Como toda espécie forrageira tropical, o capim-mombaça está sujeito à produção sazonal de matéria seca, fenômeno conhecido como estacionalidade de produção. A estacionalidade de produção ocorre no período do outono-inverno, quando é comum ocorrer baixas precipitações, podendo estar associadas ou não a baixas temperaturas (inferiores a 15 °C), e ao baixo fotoperíodo (WHITHEMAN, 1980). Também, pode ocorrer em algumas regiões do país, os conhecidos veranicos, quando no verão é comum apresentar a ocorrência de períodos de deficiência hídrica.

Diante disso, tem-se como alternativa, para se evitar os efeitos do déficit hídrico e promover a redução da estacionalidade de produção das forragens, a técnica da irrigação. Esta prática, associada a adubações de manutenção em forrageiras com alto potencial de produção de biomassa, eleva a produção de matéria seca, reduz os custos de produção e o tempo de trabalho para alimentação do rebanho, comparada a outras alternativas de suplementação no outono-inverno, tais como a silagem e o feno (ALENCAR et al., 2009).

São escassas as informações na literatura sobre a resposta dessa espécie forrageira ao manejo da irrigação. Quando mal manejada, a irrigação leva à lixiviação de nutrientes, à compactação do solo, à diminuição da vida útil da pastagem e a gastos excessivos com água e energia elétrica.

Com base nisso, realizou-se esta pesquisa com os objetivos de gerar informações acerca do manejo da irrigação para o *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no período de setembro de 2014 a fevereiro de 2015, em uma casa de vegetação pertencente ao Departamento de Engenharia de Biosistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP, no município de Piracicaba - SP, situado às coordenadas geográficas de 22° 42’ de latitude sul e 47° 38’ de longitude oeste, com uma altitude de cerca de 540 m.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento de blocos aleatorizados com quatro níveis de depleção de água no solo (15, 30, 45 e 60%). Foram utilizadas simultaneamente duas classes de solo: Latossolo Vermelho Amarelo (Série “Sertãozinho”) de textura franco-arenosa (Experimento 1), e Nitossolo Vermelho (Série “Luiz de Queiroz”) de textura franco-argilosa (Experimento 2), com quatro repetições.

Os materiais de solo para o preenchimento dos vasos de 14,3 L foram coletados da camada de 0-30 cm do campus da ESALQ/USP. Estes foram secos ao ar e peneirados em malha de 10 mm, quando amostras foram retiradas para análise química e física, realizadas no laboratório de solos do Departamento de Ciência do Solo da referida universidade. Os resultados dessas análises encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1.** Resultados da análise química dos dois solos utilizados

Solo	pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
	CaCl <sub>2</sub>	mg dm <sup>-3</sup>	-----mmolc dm <sup>-3</sup> -----						%
Latossolo (Exp. 1)	5,7	30	4,2	29	11	20	44,2	64,2	69
Nitossolo (Exp. 2)	5,4	4	2,8	20	7	28	29,8	57,8	52

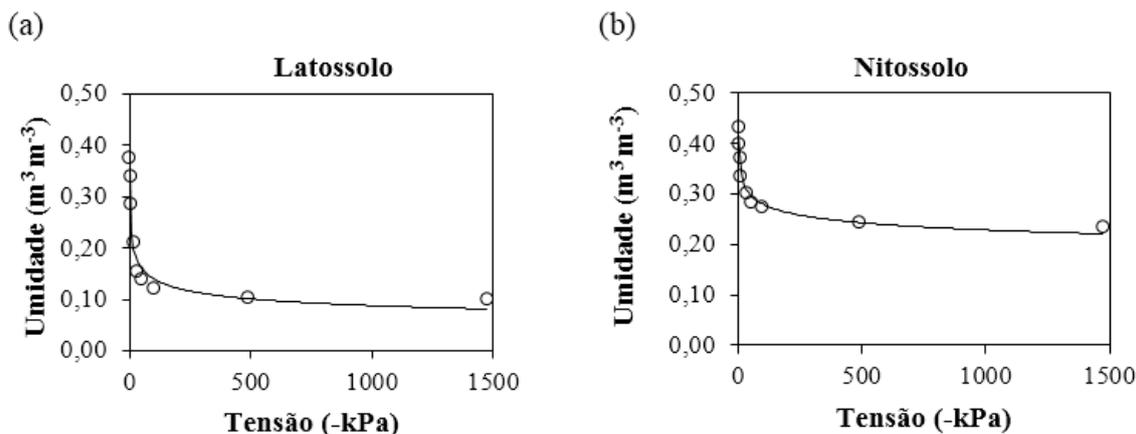
**Tabela 2.** Resultados da caracterização física dos dois solos utilizados

Solo	-----%-----			Classe Textural
	Argila	Silte	Areia	
Latossolo (Exp. 1)	19,9	9,1	71,0	Franco-arenoso
Nitossolo (Exp. 2)	59,5	11,2	29,3	Franco-argiloso

As curvas de retenção de água no solo (Figura 1) foram obtidas no Laboratório de Solos do Departamento de Engenharia de Biosistemas da ESALQ/USP, utilizando-se dos métodos da mesa de tensão e da Câmara de Richards (1965). Para isso, um vaso de cada classe de solo foi colocado em uma caixa, contendo água em nível de 2/3 da altura do vaso, para ascensão da água via capilaridade, até a saturação completa. Após a saturação, foram retirados três anéis de

Kopeck de cada vaso, os quais foram enviados ao referido laboratório para aplicação das tensões.

**Figura 1.** Curvas de retenção de água do Latossolo (a) e do Nitossolo (b) utilizadas nos experimentos 1 e 2, respectivamente.



Conforme a Figura 1, e assumindo uma tensão de -10 kPa para a capacidade de campo e de -1500 kPa para o ponto de murcha permanente, o Latossolo apresentou umidade na capacidade de campo ( $\Theta_{cc}$ ) de 21% e no ponto de murcha permanente ( $\Theta_{pmp}$ ) de 10%, resultando em uma capacidade de água disponível do solo (CAD) de 11%. O Nitossolo apresentou  $\Theta_{cc}$  de 34% e  $\Theta_{pmp}$  de 23%, o que resultou em uma CAD de também 11%, embora em uma faixa de umidade mais elevada.

A densidade global do solo foi obtida retirando-se um anel de Uhland dos vasos saturados, para o Latossolo e para o Nitossolo, obtendo-se, respectivamente,  $1,42 \text{ Mg m}^{-3}$  e  $1,12 \text{ Mg m}^{-3}$ .

Com base nos resultados da Tabela 1 e segundo a recomendação de Raij et al. (1996), apenas o Nitossolo recebeu 15 g por vaso de calcário dolomítico PRNT 100%, para elevação da saturação de bases a 70%. Em seguida, irrigaram-se os vasos diariamente, mantendo a umidade próxima à capacidade de campo por 15 dias, para ocorrer a reação do calcário. Não foi necessário realizar calagem no Latossolo.

Em 10/09/2014 foi realizada uma adubação de base junto com a semeadura com 3 g de sementes por vaso, incorporadas a 2 cm de profundidade. Como adubação de base, aplicou-se ao Nitossolo 10 g de superfosfato simples como fonte de fósforo, não sendo necessário aplicá-lo ao Latossolo.

A emergência ocorreu em 19/09/2014 e após quinze dias, foi realizado um desbaste, deixando-se duas plantas por vaso. Neste momento, realizou-se adubação com 5 g de ureia e 5 g de cloreto de potássio em todos os vasos, de ambos os solos.

Os vasos foram mantidos, por meio de irrigações diárias, com umidade próxima à capacidade de campo por 30 dias. Após os 30 dias, realizou-se um corte para a padronização das plantas e deu-se início aos tratamentos relativos ao momento da irrigação.

A irrigação foi realizada manualmente com o uso de provetas. Quatro vasos de cada tratamento eram pesados diariamente em balança de 30 kg de capacidade máxima, com precisão de 10 g; a quantidade de água a ser adicionada era aquela suficiente para elevar o solo de volta à capacidade de campo.

Considerando-se a profundidade do vaso de 0,30 m, a área da superfície do vaso de  $0,07 \text{ m}^2$  e a capacidade de água disponível dos solos de  $0,11 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ , calcularam-se as lâminas e os

volumes que cada tratamento deveria requerer no momento da irrigação. Os resultados encontram-se na Tabela 3.

**Tabela 3.** Lâminas e volumes de água aplicados nos vasos, de acordo com os níveis de depleção propostos, em ambos os experimentos

Níveis de Depleção	CAD ( $\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$ )	Lâmina (mm)	Volume (L)
0,15	0,11	4,95	0,35
0,30	0,11	9,90	0,70
0,45	0,11	14,85	1,05
0,60	0,11	19,80	1,40

O primeiro corte foi realizado em 15/12/2014, o segundo corte em 15/01/2015 e o terceiro em 27/02/2015, perfazendo períodos de desenvolvimento de 26, 30 e 42 dias, respectivamente.

Para determinação da matéria seca e fresca, as plantas após o corte eram colocadas em sacos de papel e pesadas em balança analítica de precisão (0,01 g). Os sacos de papel contendo as plantas foram levados à estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de  $65\text{ }^\circ\text{C} \pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ , permanecendo nesta temperatura até apresentarem massa constante, determinando-se posteriormente esta massa em balança analítica de precisão (0,01 g).

Os valores de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs) e transpiração (E), foram medidos entre 9 e 12 horas da manhã (maior atividade fotossintética) na data de 27/02/2015, na porção mediana da segunda folha mais jovem expandida, utilizando-se de um analisador de gás a infravermelho LI -6400 XT (Li-cor, Lincoln NE, USA), com radiação fotossinteticamente ativa de 1000 nm.

As variáveis foram submetidas à análise de variância. O efeito da depleção de água no solo foi analisado estatisticamente por meio de regressão polinomial (linear e quadrática), segundo sua significância pelo Teste F. Para tal, foi utilizado o programa estatístico ASSISTAT, versão 7.6 beta (SILVA; AZEVEDO, 2009).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Trocas gasosas para o capim-mombaça cultivado no Latossolo

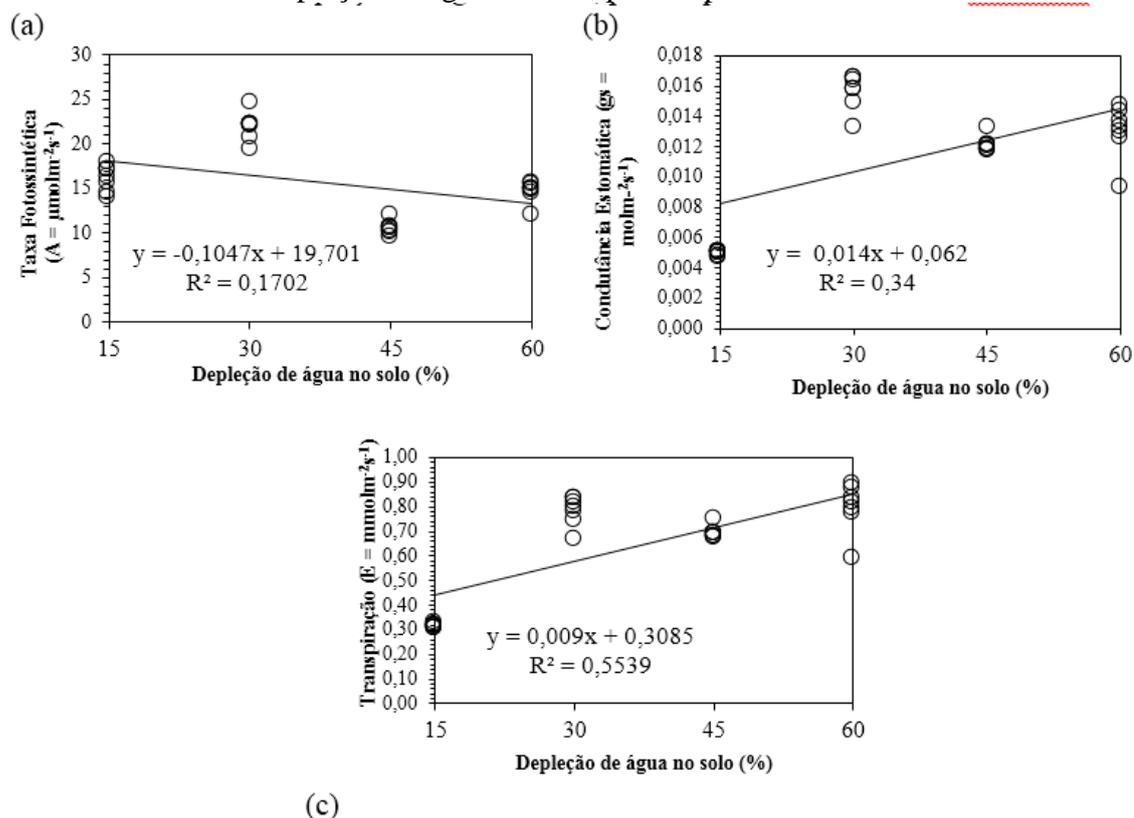
O resumo da análise de variância para a fotossíntese (A), condutância estomática (gs) e transpiração foliar (E) das plantas cultivadas no Latossolo é apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4.** Análise de variância para as variáveis fisiológicas estudadas no Latossolo

F.V.	G.L.	A	gs	E
Regressão Linear	1	86,39**	0,00015**	0,638**
Regressão Quadrática	1	5,36 <sup>ns</sup>	0,00017**	0,232**
Tratamentos	3	468,10	0,00044	0,3510
Blocos	6	2,44 <sup>ns</sup>	0,00000 <sup>ns</sup>	0,00461 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	1,38	0,00000	0,00355
<b>C.V. (%)</b>		7,47	9,14	8,96

<sup>ns</sup> não significativo ( $p \geq 0,05$ )

As medidas realizadas de fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração foliar (E) para os quatro níveis de depleção de água no Latossolo encontram-se representadas na Figura 2.

**Figura 2.** Taxa fotossintética (a), condutância estomática (b) e transpiração foliar (c) em função do nível de depleção de água no solo, para as plantas cultivadas no Latossolo.

A redução da transpiração em consequência do fechamento estomático é uma das primeiras respostas fisiológicas no sentido de reduzir o uso de água pelas plantas sob deficiência hídrica (LARCHER, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Este comportamento não foi observado (Figura 2), o que pode indicar possivelmente uma aclimação fisiológica em resposta ao estresse hídrico sofrido, no qual as plantas elevaram a transpiração para manter a temperatura foliar em um patamar adequado, com a finalidade de se evitar um colapso do aparato fotossintético.

Ao avaliarem as trocas gasosas em três genótipos de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivados em vasos contendo 11 Kg de Latossolo Amarelo distrófico típico, Araújo et al. (2010) observaram redução na taxa fotossintética, na condutância estomática e na transpiração das plantas dias após a suspensão da irrigação. Neste experimento, o estresse hídrico causou o fechamento estomático reduzindo a perda de água pela planta, e consequentemente a difusão do CO<sub>2</sub> no mesófilo foliar foi limitada, implicando em menores taxas fotossintéticas.

Em condições de deficiência hídrica ocorre um incremento na síntese de ácido abscísico (ABA) e do pH da seiva do xilema, os quais provocam o fechamento estomático, evidenciado pela redução da condutância estomática (STOLL; LOVEYS; DRY, 2000; DAVIES; MANSFIELD; HETHERINGTON, 1990).

## 5.2 Trocas gasosas para o capim-mombaça cultivado no Nitossolo

O resumo da análise de variância para a fotossíntese (A), condutância estomática (gs), e transpiração foliar (E) encontra-se na Tabela 5.

**Tabela 5.** Análise de variância para as variáveis fisiológicas estudadas no Nitossolo

F.V.	G.L.	A	gs	E
Regressão				
Linear	1	581,65**	0,00089**	3,23343**
Regressão				
Quadrática	1	201,91**	0,00001*	0,05177**
Tratamentos	3	261,54	0,00031	1,109
Blocos	6	0,28 <sup>ns</sup>	0,00000 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	0,46	0,00000	0,00324
<b>C.V. (%)</b>		<b>5,69</b>	<b>8,60</b>	<b>8,37</b>

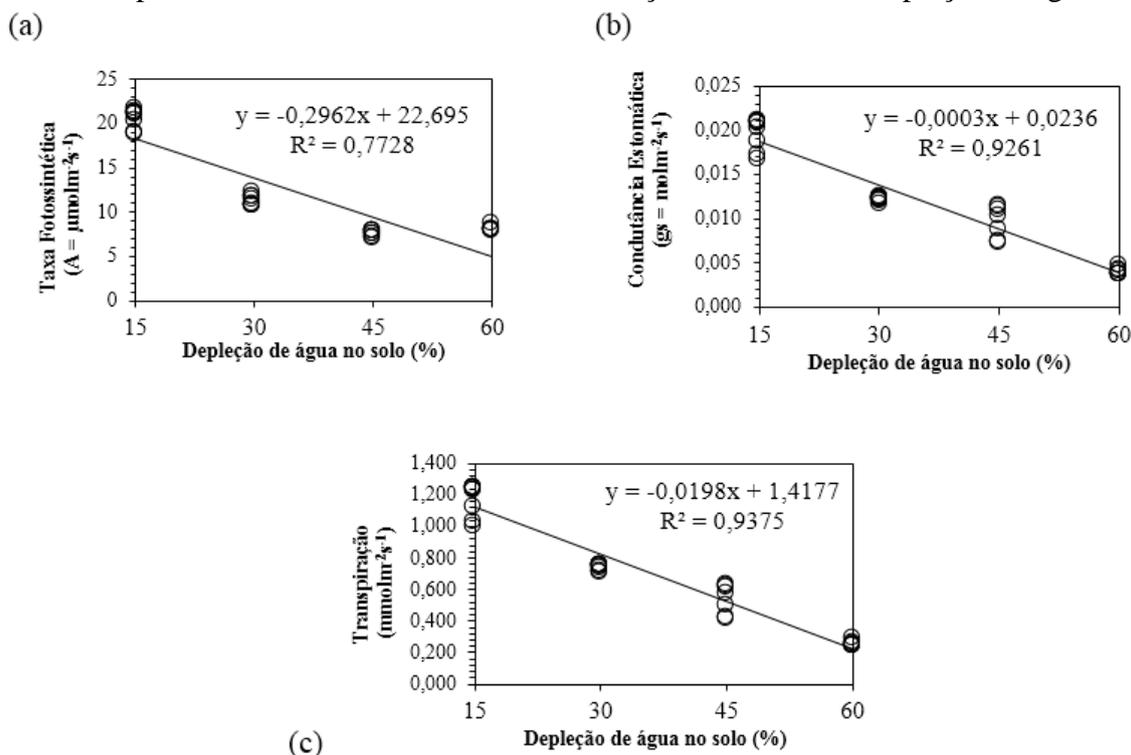
\*\* significativo em nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

\* significativo em nível de 5% de probabilidade ( $0,01 = < p < 0,05$ )

<sup>ns</sup> não significativo ( $p \geq 0,05$ )

As medidas realizadas de fotossíntese (A), de condutância estomática (gs) e de transpiração foliar (E), encontram-se representadas na Figura 3.

**Figura 3.** Taxa fotossintética (a), condutância estomática (b) e transpiração foliar (c), para as plantas cultivadas no Nitossolo, em função dos níveis de depleção de água no solo.



Observou-se redução na taxa fotossintética, na transpiração foliar e na condutância estomática do capim-mombaça, à medida que houve diminuição da disponibilidade de água no solo.

Para depleção de 15% de água no solo, a fotossíntese média foi de  $20,48 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , enquanto para o nível de depleção de 60% de água no solo foi de  $8,43 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$  sendo que neste nível as plantas apresentaram murcha das folhas.

A tendência de redução nas taxas transpiratórias coincidiu com as reduções observadas na condutância estomática. Esta relação direta entre a transpiração e a condutância estomática é esperada, tendo em vista a diminuição do fluxo de vapor d'água para a atmosfera e, conseqüentemente, da transpiração, à medida que se fecham os estômatos.

### 5.3 Altura média das plantas para ambos os solos estudados

A análise de variância para a altura média das plantas, nos três cortes, é apresentada na Tabela 6.

**Tabela 6.** Análise de variância da altura das plantas, para os três cortes, em ambos os solos

		Q.M. - Latossolo			Q.M. - Nitossolo		
		Altura					
F.V.	G.L.	1	Altura 2	Altura 3	Altura 1	Altura 2	Altura 3
Regressão							
Linear	1	720*	4590,45**	5362,81**	877,81**	1496,45 <sup>ns</sup>	1930,61 <sup>ns</sup>
Regressão							
Quadrática	1	56,25 <sup>ns</sup>	3080,25*	4064,06*	126,56 <sup>ns</sup>	6561,01*	4533,56 <sup>ns</sup>
Tratamentos	3	262,50	3230,25	3480,72	372,39	2950,42	2210,06
Blocos	3	50,00 <sup>ns</sup>	294,42 <sup>ns</sup>	476,56 <sup>ns</sup>	80,729 <sup>ns</sup>	583,42 <sup>ns</sup>	223,39 <sup>ns</sup>
Resíduo	9	90,27	412,19	448,78	71,01	714,92	1638,67
<b>C.V. (%)</b>		11,52	27,58	26,79	10,92	42,19	54,84

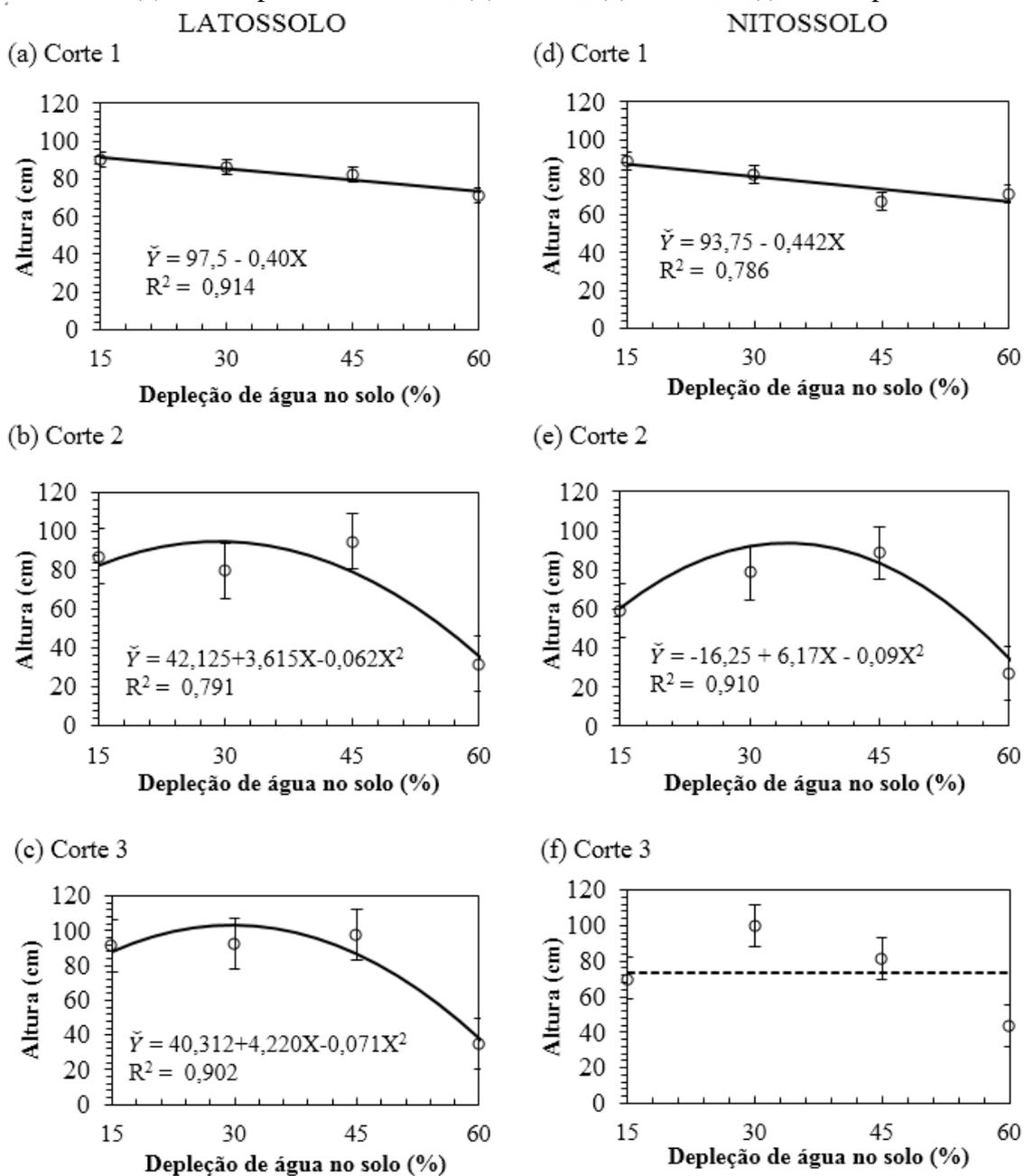
\*\* significativo em nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

\* significativo em nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ )

<sup>ns</sup> não significativo ( $p \geq 0,05$ )

Na Figura 4 é ilustrada a variação da altura média das plantas, para os três cortes realizados, em função dos níveis de depleção de água no solo.

**Figura 4.** Altura média das plantas em função da depleção de água no solo: (a) corte 1, (b) corte 2 e (c) corte 3 para o Latossolo; (d) corte 1, (e) corte 2, e (f) corte 3 para o Nitossolo.



Para o primeiro corte (Figura 4(a) e 4(d)), observa-se um comportamento linear de diminuição da altura das plantas cultivadas no Latossolo e no Nitossolo, em função do aumento do estresse hídrico. Este mesmo comportamento foi observado por Holanda et al. (2014), em cana-de-açúcar, no estágio inicial de desenvolvimento. O valor máximo da altura foi de 91,5 cm, correspondente a depleção de 15%, e o valor mínimo de foi de 73,5 cm, correspondente a depleção de 60% no Latossolo. No Nitossolo, os valores máximos e mínimos da altura foram de 87,1 e 67,2 cm, para as depleções de 15 e 60%, respectivamente.

Para o segundo corte, ambos os solos (Figura 4(b) e (e)) proporcionaram um comportamento quadrático de variação da altura das plantas com o acréscimo de estresse hídrico. No Latossolo, a altura máxima calculada foi de 94,8 cm para o nível de 29,1% de depleção de água no solo, decrescendo em 36,0% para a depleção de 60%. No Nitossolo, a altura das plantas apresentou valor máximo calculado de 93,6 cm para o nível de 34,2% de depleção, reduzindo-se em 29,0% para o nível de 60% de depleção de água no solo.

No terceiro corte, a altura máxima média das plantas cultivadas no Latossolo (Figura 4(c)) foi de 104 cm para o nível de 29,7% de depleção de água no solo, decrescendo 36% para o nível de 60% de depleção de água no solo. No Nitossolo (Figura 4(e)) a variável altura não apresentou significância, sendo a média obtida de 74 cm.

Em capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), Magalhães et al. (2016) observaram que a redução da lâmina de irrigação aplicada afetou negativamente a produção e o crescimento da forrageira, e provocou decréscimos na taxa de alongamento e no comprimento foliar.

Analisando três cultivares de *Panicum maximum* (Mombaça, Tanzânia e Massai) submetidos a níveis de deficiência hídrica, Silva (2013) obteve reduções semelhantes e mais acentuadas nas alturas dos capins Mombaça e Tanzânia, quando o solo foi mantido com 30 e 50% do volume total de poros preenchidos com água, por um período de oito dias.

Em um trabalho de Holanda et al. (2014), mudas de quatro cultivares de cana-de-açúcar foram mantidas nos tratamentos com e sem estresse hídrico - irrigação à umidade de 50% da capacidade de campo e umidade próxima da capacidade de campo, respectivamente. A redução na variável altura foi significativa e correspondente a uma diferença máxima de 30% entre os tratamentos com e sem estresse hídrico.

O crescimento vegetativo ocorre com a divisão e a expansão celular. Dentre os processos fisiológicos desencadeados pela condição de deficiência hídrica, a flacidez das células nas zonas de crescimento é uma causa que interfere no desenvolvimento vegetal, pois limita a expansão celular (TAIZ; ZEIGER, 2009).

#### **5.4 Massa fresca da parte aérea das plantas para ambos os solos estudados**

A análise de variância para a massa fresca das plantas, nos três cortes, é apresentada na Tabela 7.

**Tabela 7.** Análise de variância para a massa fresca (MF), segundo os tratamentos, para ambos os solos estudados

F.V.	G.L.	Q.M. – Latossolo			Q.M. – Nitossolo		
		MF 1	MF 2	MF 3	MF 1	MF 2	MF 3
Regressão							
Linear	1	10632,9**	14713,1**	70961,5**	5426,8*	8368,9 <sup>ns</sup>	23701 <sup>ns</sup>
Regressão							
Quadrática	1	7813,6**	15156,1**	146124,6**	1398,3 <sup>ns</sup>	5719,1 <sup>ns</sup>	129220**
Tratamentos	3	6280,3	10225,1	73322,1	2563,5	5823,1	18659,3
Blocos	3	1375,3 <sup>ns</sup>	58,5 <sup>ns</sup>	2635,3 <sup>ns</sup>	873,5 <sup>ns</sup>	1160,7 <sup>ns</sup>	4475,4 <sup>ns</sup>
Resíduo	9	563,5	341,3	2195,8	742,7	1654,6	3573,1
<b>C.V. (%)</b>		27,17	21,98	26,79	62,82	62,59	42,32

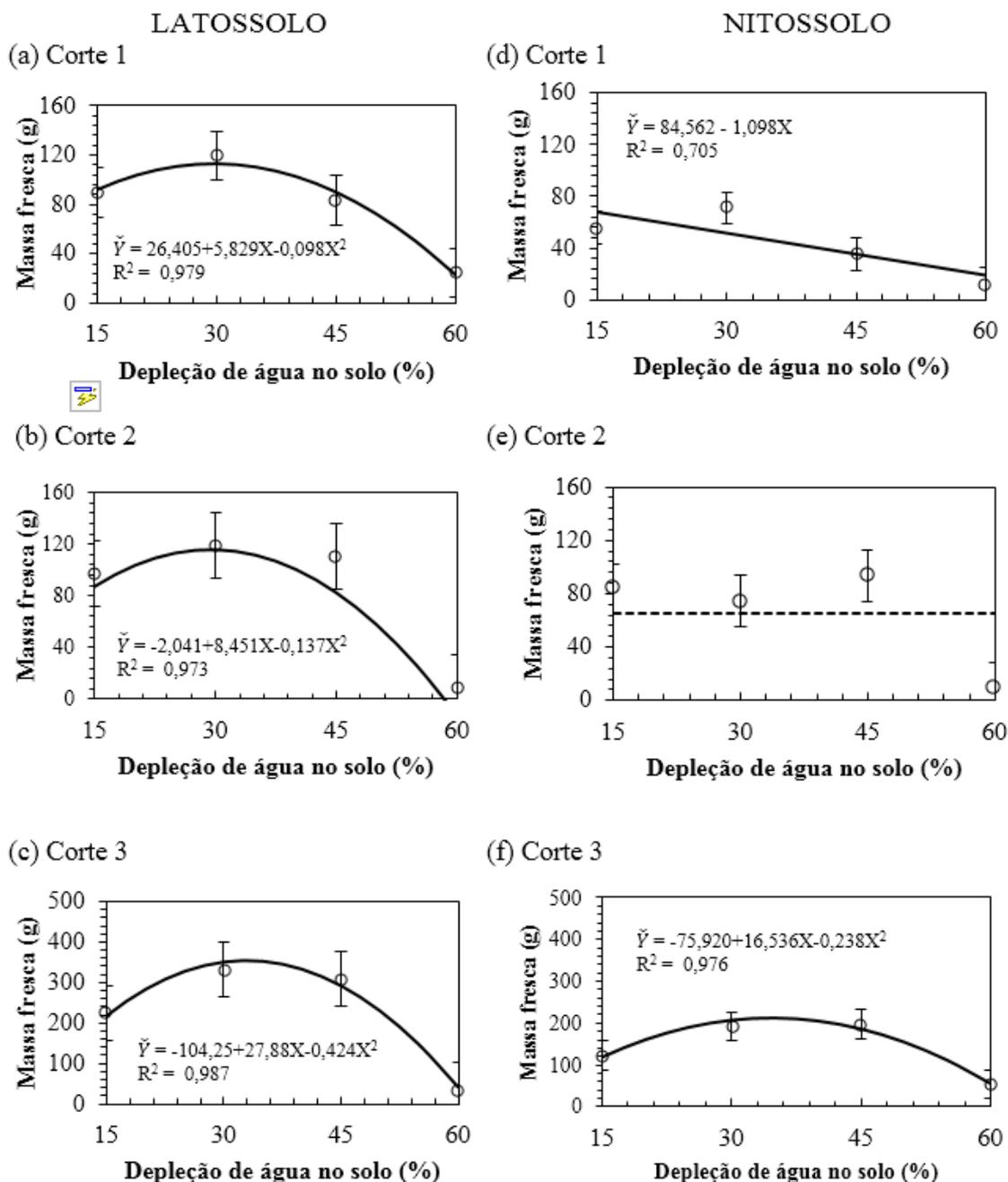
\*\* significativo em nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

\* significativo em nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ )

<sup>ns</sup> não significativo ( $p \geq 0,05$ )

Os resultados da massa fresca da parte aérea, para os três cortes, nos dois solos estudados, encontram-se na Figura 5.

**Figura 5.** Massa fresca da parte aérea em função da depleção de água no solo; (a) corte 1, (b) corte 2 e (c) corte 3 para o Latossolo; (d) corte 1, (e) corte 2 e (f) corte 3, para o Nitossolo.



Observou-se um comportamento quadrático na variação de produção da massa fresca da parte aérea, em função dos níveis de depleção de água no solo, para os três cortes realizados, nas plantas cultivadas no Latossolo (Figura 5(a,b,c)). Os valores máximos calculados ocorreram para os níveis de 29,7; 30,8 e 32,8% de depleção de água no solo, com valores de 120, 118 e 352 g nos cortes 1, 2 e 3, respectivamente. No Nitossolo, no primeiro corte, a redução de produção da massa fresca foi linear, com valores máximos e mínimos de 68,8 e 18,6 g, respectivamente, para 15 e 60% de depleção de água. No segundo corte, a variação não foi significativa devido ao elevado coeficiente de variação de 63%, apresentando a média de 65 g.

Já no terceiro corte a resposta foi quadrática, com a produção máxima de 210,3 g para a depleção de água de 34,7% (Figura 5(d,e,f)).

Era de se esperar redução na acumulação de fitomassa e diminuição na taxa de crescimento da planta também no segundo corte do Nitossolo, pois a redução no crescimento em função do estresse hídrico, ocorre devido ao fechamento estomático que compromete a taxa fotossintética (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Em termos gerais, o ponto de máxima produção de massa fresca obtido foi de 30% de depleção de água no Latossolo e de 35% no Nitossolo. Em condições de maior umidade do solo, pode ter havido deficiência na aeração, causando hipoxia das raízes e, conseqüentemente, limitando o desenvolvimento da parte aérea das plantas.

### 5.5 Massa seca da parte aérea das plantas para ambos os solos estudados

A análise de variância para a massa seca das plantas, nos três cortes, está apresentada na Tabela 8.

**Tabela 8.** Análise de variância para a massa seca (MS) das plantas, em função dos níveis de depleção, para ambos os solos

F.V.	G.L.	Q.M. – Latossolo			Q.M. – Nitossolo		
		MS 1	MS 2	MS 3	MS 1	MS 2	MS 3
Regressão							
Linear	1	7,11 <sup>ns</sup>	1494,72**	8506,57**	189,05*	276,76 <sup>ns</sup>	1430,92 <sup>ns</sup>
Regressão							
Quadrática	1	1518,33**	1584,83**	23392,17**	132,47*	1059,17*	4171,22*
Tratamentos	3	775,4	1032,19	10736,38	108,32	544,26	1879,39
Blocos	3	150,06*	16,72 <sup>ns</sup>	316,52 <sup>ns</sup>	40,04 <sup>ns</sup>	43,52 <sup>ns</sup>	363,00 <sup>ns</sup>
Resíduo	9	30,84	63,89	380,13	21,8	133,86	602,87
<b>C.V. (%)</b>		24,84	31,47	23,50	47,22	63,28	54,24

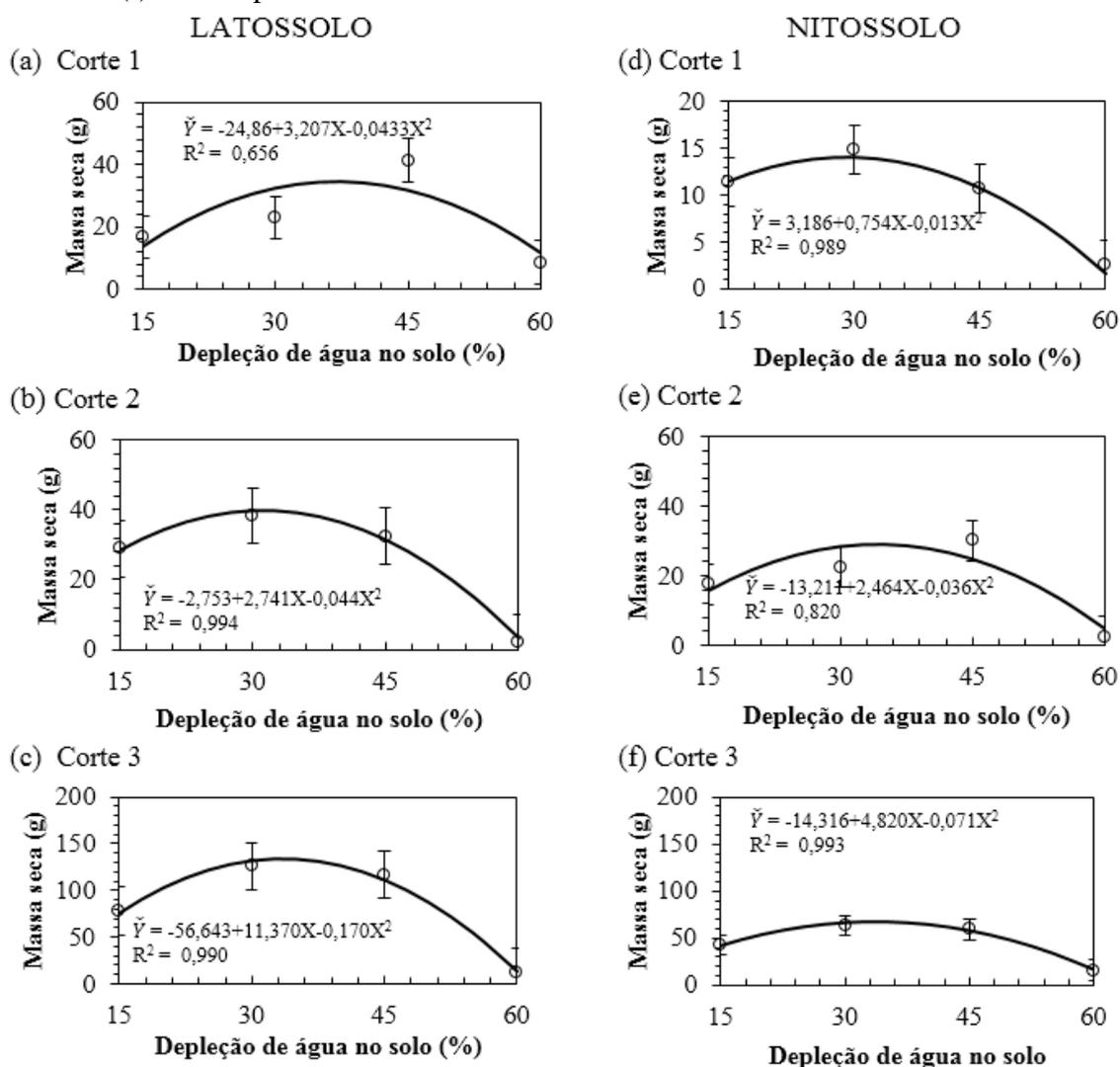
\*\* significativo em nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

\* significativo em nível de 5% de probabilidade ( $0,01 = p < 0,05$ )

<sup>ns</sup> não significativo ( $p \geq 0,05$ )

Os resultados da medição da massa seca da parte aérea, para os três cortes realizados, em ambos os solos, encontram-se ilustrados na Figura 6.

**Figura 6.** Produção de massa seca da parte aérea em função dos níveis de depleção de água no solo; (a) corte 1, (b) corte 2 e (c) corte 3 para o Latossolo; (d) corte 1, (e) corte 2 e (f) corte 3 para o Nitossolo.



Houve variação de forma quadrática na produção de massa seca segundo o incremento do estresse hídrico implementado para ambos os solos, causado pelo acréscimo da depleção de água no solo. Os níveis de depleção de água no Latossolo calculados, que promoveram produção máxima de MS foram: 37,0; 31,1; 33,4% respectivamente, nos cortes 1, 2 e 3; enquanto que no Nitossolo foram de 29,0; 34,2 e 34,0% nos cortes 1, 2 e 3, respectivamente.

Os maiores valores de massa seca foram obtidos no terceiro corte, para o nível de depleção aproximado de 34% de água no solo, correspondentes a 133,05 g no Latossolo e 66,48 g no Nitossolo.

A redução na produção de matéria seca está ligada à sensibilidade dos estômatos ao déficit hídrico. Nesta condição ocorre o fechamento estomático, implicando em menores taxas fotossintéticas, conseqüentemente, menor síntese de fotoassimilados, baixo alongamento celular, crescimento, desenvolvimento e produção das plantas (MATTO; GOMIDE; MARTINEZ Y HUAMAN, 2005; PORTES; ALVES; SOUZA, 2006; ENDRES et al., 2010; SCALON et al., 2011).

A elevada produção de massa seca de folhas nas gramíneas forrageiras é importante pois, estas são a principal fonte de nutrientes ao rebanho bovino mantido a pasto (RODRIGUES et al., 2009). De acordo com a Embrapa Gado de Corte, a produção de massa seca do capim-mombaça em ha.ano<sup>-1</sup> pode chegar a 33 Mg.

Müller et al. (2002), sob forma de pastejo rotacionado e irrigado com o capim-mombaça na Bahia, obtiveram uma produção de massa seca na primavera de 4,96 Mg ha<sup>-1</sup> com período de descanso médio de 40 dias, e 3,96 Mg ha<sup>-1</sup> no inverno com período de descanso de 88 dias. Para estes autores, as principais variáveis climáticas responsáveis pela produção da forragem foram a temperatura mínima do ar e a disponibilidade de água no solo.

Nas condições desse estudo, extrapolando-se os valores obtidos nos vasos, o Latossolo apresentou a produção de 19 Mg ha<sup>-1</sup> e o Nitossolo de 9,50 Mg ha<sup>-1</sup> para o período médio de um corte (cerca de 42 dias). Dessa forma, é possível afirmar que os resultados deste experimento estão em uma ordem de grandeza semelhante àquela obtida por outros autores.

## 6 CONCLUSÕES

Conforme os resultados obtidos neste estudo, o nível de depleção de 30% de água para o Nitossolo Vermelho (série “Luiz de Queiroz”) e Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (série “Sertãozinho”) promoveu a maior produção de fitomassa para o capim-mombaça.

O estresse hídrico afetou a produtividade da forrageira através da redução da taxa fotossintética e da transpiração, controladas pela abertura estomática. No Latossolo observou-se uma aclimatação das plantas à escassez hídrica, por manterem a condutância estomática elevada mesmo nesta condição.

## 7 REFERÊNCIAS

- ALENCAR, C. A. B.; CUNHA, F. F.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; ROCHA, W. S. D.; ARAÚJO, R. A. S. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. spe, p. 98-108, 2009.
- ARAÚJO, S. A. C.; VASQUEZ, H. M.; CAMPOSTRINI, E.; NETTO, A. T.; DEMINICIS, B. B.; LIMA É. da S. Características fotossintéticas de genótipos de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum.), em estresse hídrico. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 1-7, 2010.
- BARBOSA, M. A. A. F.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; CECATO, U. Dinâmica da pastagem e desempenho de novilhos em pastagem de capim-tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1594-1600, fev. 2006.
- CUNHA, F. F.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, C. E.; SEDIYAMA, C. G.; PEREIRA, O. G.; ABREU, F. V. S. Produtividade do capim tanzânia em diferentes níveis e frequências de irrigação. **Acta Science. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 103-108, 2008.
- DAVIES, W. J.; MANSFIELD, T. A.; HETHERINGTON, A. M. Sensing of soil water status and the regulation of plant growth and development. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 13, n. 7, p. 709-719, 1990.

ENDRES, L.; SOUZA, J. L.; TEODORO, I.; MARROQUIM, P. M. G.; SANTOS, C. M.; BRITOS, J. E. D. Gas exchange alteration caused by water deficit during the bean reproductive stage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, p. 11-16, 2010.

HOLANDA, L. A.; SANTOS, C. M.; SAMPAIO NETO, G. D.; SOUSA, A. P.; SILVA, M. A. Variáveis morfológicas de cana-de-açúcar em função do regime hídrico durante o desenvolvimento inicial. **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 4, p. 573-584, out./dez. 2014.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2004. 531 p.

MAGALHÃES, J. A.; CARNEIRO M. S. S.; ANDRADE, A. C.; RODRIGUES, B. H. N.; COSTA, L.; SANTOS, F. J.; EDVAN, S.; ARAÚJO NETO, R. L. R. B. de. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu sob irrigação e adubação. **Holos**, Natal, Ano 32, v. 8, p. 113-124, 2016.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; CORSI, M.; BARIONI, L. G.; VILELA, L. Intensidade de desfolha e produção de forragem do capim-tanzânia irrigado na primavera e no verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 9, p. 927-936, set. 2004.

MATTOS, J. L. S.; GOMIDE, J. A.; MARTINEZ Y HUAMAN, C. A. Crescimento de espécies de *Brachiaria* sob déficit hídrico e alagamento a campo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 755-764, 2005.

MÜLLER, M. S.; FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D.; GARCIA A.; OVEJERO, R. F. L. Produtividade do *Panicum maximum* cv. Mombaça irrigado, sob pastejo rotacionado. **Scientia Agrícola**, São Paulo, v. 59, n. 3, p. 427-433, jul./set. 2002.

PORTES, M. T.; ALVES, T. H.; SOUZA, G. M. Water deficit affects photosynthetic induction in *Bauhinia forficata* Link (Fabaceae) and *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (Rutaceae) growing in understorey and gap conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, v. 18, p. 491-512, 2006.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, (Boletim Técnico 100). 285 p. 1996.

RICHARDS, L. A. Physical conditions of water in soil. In: Black, C. A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. Agronomy 9, Part 1, p. 128-152.

RODRIGUES, C. S.; SILVEIRA, M. C. T.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Da SILVA, S. C.; OLIVEIRA, K. E. M.; XAVIER, M. M.; ALMEIDA, C. S. Caracterização morfogênica e estrutural de quatro gramíneas forrageiras tropicais sob crescimento livre. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46. 2009, Maringá. **Anais...** Paraná: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2009]. 1 CD-ROM. p. 1-5.

SCALON, S. P. Q.; EUZÉBIO, R. M. M.; MELLO, V.; KODAMA F. M.; KISSMANN, C. Estresse hídrico no metabolismo e no crescimento inicial de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 655-662, out./dez. 2011.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, 2009, Orlando. **Anais...** Reno: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009. 1 CD-ROM. p. 1-5.

SILVA, P. M. P. **Tolerância ao déficit hídrico em *Panicum maximum***. 2013. 52 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2013.

STOLL, M.; LOVEYS, B.; DRY, P. Hormonal changes induced by partial root zone drying of irrigated grapevine. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 51, n. 350, p. 1627-1634, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. São Paulo: Artmed, 2009. 820 p.

WHITHEMAN, P. C. **Tropical pasture Science**. New York: Oxford University Press, 1980. 392 p.