

## Artigo Científico

### Resumo

A análise de crescimento tem sido usada na tentativa de explicar diferenças no crescimento, de ordem genética ou resultante de modificações do ambiente. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento da *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã em diferentes época de semeadura e densidade sob consórcio com a cultura da soja transgênica M-8766, em condições da região sudoeste do Estado do Tocantins. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial de  $(2 \times 4) + 4$ , com quatro repetições. A semeadura da *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã ocorreu aos 20 e 30 dias após a emergência da soja RR M-8766, com quatro densidades (3, 6, 9 e 12 kg de semente ha<sup>-1</sup>) e quatro densidades de braquiária crescidas isoladamente, sendo testemunha de referência. O cultivo da *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã em consórcio com a cultura da soja RR M-8766 é viável, na semeadura de 20 ou 30 DAE, pelo ganho de massa seca da parte aérea inicial após a colheita da soja. Do ponto de vista fisiológico é favorável o consórcio entre soja e braquiária na densidade de 3 kg ha<sup>-1</sup> nas duas épocas de semeadura.

**Palavras-chave:** Integração lavoura pecuária; competição; época de semeadura; soje e brachiaria

### Análisis de crecimiento de *Brachiaria* en distintas densidades y época de siembra en consorcio con la soja

### Resumen

El análisis de crecimiento se ha utilizado como intento para explicar las diferencias en el crecimiento, de orden genética o como resultado de cambios ambientales. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el crecimiento de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã en diferentes fechas de siembra y densidad en cultivo intercalado con soja transgênica M-8766, en las condiciones del sudoeste del estado de Tocantins/Brasil. El diseño experimental fue bloques al azar en un esquema factorial  $(2 \times 4) + 4$ , con cuatro repeticiones. La 'siembra de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã ocurrió en los 20 y 30 días después de la emergencia de la soja RR M-8766, con cuatro densidades (3, 6, 9 y 12 kg de semilla ha<sup>-1</sup>) y cuatro densidades de *Brachiaria* crecido en separado, siendo un testigo de referencia. El cultivo de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã intercalado con soja RR M-8766 es factible, la siembra de 20 o 30 DAE, por lo gaño con el crecimiento de la masa seca inicial después de la cosecha de soja. Desde el punto de vista fisiológico es compatible el consorcio entre la soja y brachiaria en la densidad de 3 kg ha<sup>-1</sup> en las dos fechas de siembra.

**Palabras clave:** integración cultivo y pecuaria; competencia entre plantas; fecha de la siembra; soja y brachiaria

### Introdução

A soja constitui-se numa das *commodities* agrícolas mais importantes no mercado de grãos com produção mundial, na safra 2008/2009, de 360,94

milhões de toneladas, sendo que o Brasil produziu 57,6 milhões de toneladas (SISTEMA FARSUL, 2009). De acordo com os dados do CONAB (2009), na safra de 2008/2009, a área para o cultivo da soja correspondeu à cerca de 21,7 milhões de hectares.

Recebido em: 16/07/2011

Aceito para publicação em: 06/12/2011

1 Prof. MSc. Curso Ciência e Tecnologia de Laticínio, UEMG Campus de Frutal, Av; Prof. Mário Palmério, 1001, Bairro Universitário, CEP 38200-000, Frutal-MG- Brasil. email: jhansley@agronomo.eng.br

2 Prof. Dr. Curso Eng. Florestal, UFT. Rua Badejos Lt.07 Ch6972 Zona rural, CEP 77402-970, Gurupi, TO - Brasil. email: erasmolemus@uol.com.br

3 Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Curso Agronomia, UFT, Rua Badejos Lt.07 Ch 6972 Zona rural, CEP 77402-970, Gurupi, TO - Brasil. email: susana@webmail.uft.edu.br

4 Mestrando em Produção Vegetal, UFT, Campus de Gurupi, TO, Brasil. E-mail: althierissaraiva@yahoo.com

5 Mestrando em Agroenergia, UFT, Campus de Palmas, TO, Brasil. E-mail: cavalcanterogério@yahoo.com.br.

Devido à tecnologia de produção bem desenvolvida, esta cultura tem expandido o seu cultivo em áreas anteriormente tidas como não aptas, bem como, tem sido utilizada como instrumento de melhoria de áreas de pastagens degradadas, principalmente no bioma Cerrado.

Considerado o segundo maior bioma brasileiro, o Cerrado ocupa cerca de 21% do território nacional (EITEN 1974). Contudo, a situação atual é crítica e preocupante, uma vez que, cerca de 50% deste já foi ocupado por pastagens e culturas anuais (KLINK e MOREIRA, 2002). Dessa forma, a elevada produção agrícola e pastoril acelera o processo de degradação dos ecossistemas, bem como o empobrecimento do solo (MACEDO et al., 2000; KLINK e MACHADO, 2005).

Diante esta realidade, uma das alternativas para a recuperação destas áreas é a utilização de culturas anuais em cultivos sequenciais ou simultâneos como sistemas de produção (SILVA, 2009). Além disso, a utilização de leguminosas em rotação com gramíneas apresenta maior rendimento de biomassa, maior estímulo na fixação biológica de N<sub>2</sub> e eficiência na utilização da água e dos nutrientes, bem como a permanência dos restos culturais sobre o solo por maior período de tempo (AITA, 1997).

As pastagens ocupam parte representativa dos cerrados, sendo que 80% apresentam-se degradadas ou em processo de degradação (KLUTHCOUSKI et al., 2003). Dessa forma, surgiram alternativas de recuperação por meio da prática da integração lavoura-pecuária. A produção de grãos das culturas, o aproveitamento da adubação residual e o preparo de solo mais elaborado contribuem para a diminuição dos custos e maior eficiência de recuperação destas pastagens (KICHEL et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2001). Assim, estabeleceu-se o sistema Santa Fé com o objetivo de alimentação do gado na seca, como também para posterior uso da palhada para plantio direto (PEETERS e PEETERS, 2005). Nesse sistema, a espécie forrageira é semeada juntamente ou após a semeadura da cultura.

Estudos apontaram que o sistema de consórcio entre culturas tem se mostrado mais produtivo que o monocultivo (SILVA, 2004). Entretanto, combinações de certas culturas podem aumentar a competição interespecífica por água, luz e nutrientes. Consequentemente, algumas culturas tornam-se inapropriadas para esse sistema, visto que o processo de competição reduz a produtividade (FUKAI e TRENATH, 1993).

Para avaliar os efeitos da competição sobre

o sucesso das plantas, é necessária a análise de crescimento, pois descreve as mudanças na produção vegetal em função do tempo, o que não é possível verificar com o simples registro do rendimento.

A análise de crescimento representa a referência inicial na análise da produção das espécies vegetais, requerendo informações que podem ser obtidas sem uso de equipamentos sofisticados (PEREIRA e MACHADO, 1987). Essas informações correspondem à quantidade de material contido na planta e o tamanho do aparelho fotossintetizante (área foliar), obtidas a intervalos de tempo regulares durante o desenvolvimento fenológico da planta (URCHEI et al., 2000).

De maneira geral, considera-se que, quanto maior for o período de convivência cultura - comunidade infestante, maior será o grau de interferência. No entanto, a competição entre estas depende do grau de interferência, estágio de desenvolvimento da cultura, composição específica, densidade e época de semeadura, fazendo com que a cultura resista por períodos maiores ou menores de convivências, dependendo das espécies que integram a comunidade (BLANCO et al., 1979).

Neste trabalho objetivou-se avaliar o crescimento da *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã em diferentes época de semeadura e densidade sob consórcio com a cultura da soja transgênica M-8766, em condições da região sudeste do Estado do Tocantins.

## Materiais e métodos

O estudo foi conduzido em condições de campo na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins (UFT), CAUG - TO, localizado em latitude Sul de 11° 43' 45" latitude S e longitude Oeste 49° 04' 30" de Greenwich, em altitude de 280 m. A classificação climática segundo KÖPPEN (1948), o clima regional é do tipo B1WA 'a' úmido com moderada deficiência hídrica. A temperatura média anual é de 29,5 °C e precipitação média anual de 1.804 mm (Figura 1).

O solo da área experimental era um LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico (EMBRAPA, 2006) com as seguintes características: pH CaCl<sub>2</sub>: 4,7; Ca: 2,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg: 0,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al: 0,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al+H: 2,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P (mel): 7,1 mg dm<sup>-3</sup>; K: 51,6 mg dm<sup>-3</sup>; CTC: 2,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V: 49,%; M.O: 1,9%.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial de (2 x 4)

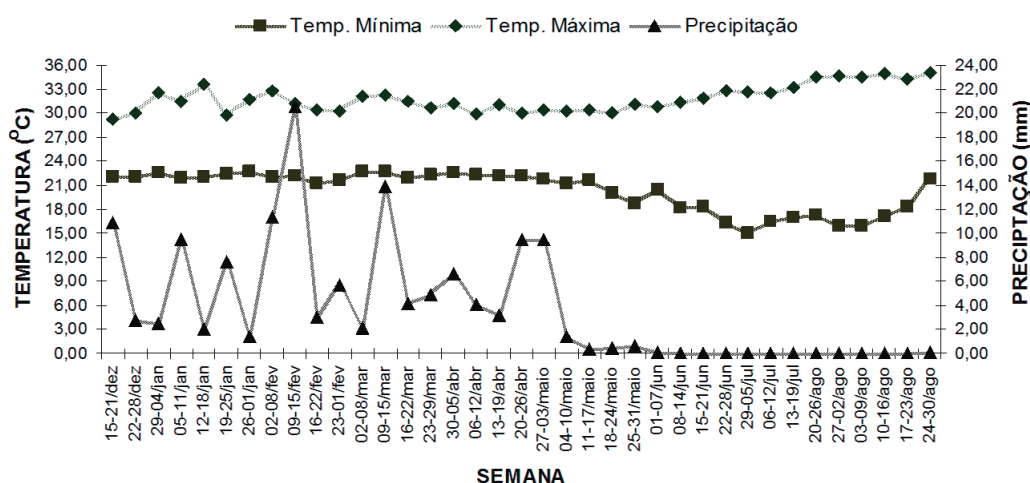


Figura 1. Temperatura mínima e máxima e precipitação média durante o ciclo da cultura no ano agrícola 2009/2010. Gurupi - TO. Fonte: INEMET/UFT.

+ 4, com quatro repetições. Correspondendo a duas épocas de semeadura da *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã (20 e 30 dias após a emergência - DAE, da soja RR cultivar de soja RR M-8766), quatro densidades de semeadura da braquiária (3, 6, 9 e 12 kg de semente ha<sup>-1</sup>) e a braquiária crescida isoladamente nas quatro densidades testadas, constituindo-se como testemunha de referência.

O plantio da soja foi realizado no dia 30 de dezembro 2009, por meio de semeadora-adubadora modelo Semeato - SHM 11/13, com espaçamento entre fileiras de 0,40 m e densidade de 30 plantas por m<sup>2</sup>.

Antecedendo o plantio, as sementes de soja foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*. Por ocasião do plantio foi realizada adubação com 600 kg ha<sup>-1</sup> de 0-20-20 de N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O, conforme recomendação da análise de solo.

A semeadura da braquiária foi realizada aos 20 e 30 DAE da soja, sendo em sulco a 20 cm de distância da linha da soja, e a 3 cm de profundidade.

Cada unidade experimental constou de uma área de 10 m<sup>2</sup> (5 m x 2 m), correspondente a 5 fileiras, sendo a área útil para colheita de 4,8 m<sup>2</sup>, compreendendo as três fileiras centrais, desprezados 0,4 m em suas extremidades.

Para o controle de plantas daninhas antes da semeadura da braquiária foi aplicado 2 L ha<sup>-1</sup> de glifosato (glyphosate 480 g L<sup>-1</sup>).

Para avaliação do crescimento da braquiária foram coletadas, em cada parcela, as plantas contidas em uma área de 0,133 m<sup>2</sup> (0,333 x 0,40 m) aos 35, 50,

65, 80, 95, 110, 125 e 140 DAP da soja.

Após cada coleta, mensurou-se as seguintes variáveis: a) massa seca das partes aéreas de soja: para sua obtenção, o material fresco foi colocado para secar em estufa com circulação forçada a ar, a uma temperatura de 60 °C, até atingir o peso constante, posteriormente realizou-se a pesagem separadamente.

Para determinação da área foliar foi usado o método dos discos (BENINCASA, 2003), onde, com um furador cilíndrico com área interna conhecida, coletaram-se discos foliares, os quais foram secados a peso constante e depois utilizados juntamente com a massa total das folhas para estimar a área foliar, pela seguinte relação:

$$AF = \frac{MSF \times ATD}{MSD} \quad (1)$$

Onde: AF = área foliar; MSD = massa seca dos discos; ATD = área total dos discos e MSF = a massa seca total das folhas amostradas.

Com os dados obtidos, calculou-se a taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR) e a taxa de assimilação líquida (TAL), conforme Benincasa (2003).

Os dados foram expressos pelas suas médias, sendo estas submetidas à análise de regressão. Os ajustes dos modelos foram feitos com base na sua significância e o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), com base nas recomendações de VENEGAZ e ALVAREZ (2003). A análise dos resultados foi submetida à

análise regressão utilizando o programa estatístico Microcal Origin 6.1.

## Resultado e discussão

A área foliar da braquiária expressou resposta polinomial quadrática ( $p < 0,05$ ) (Fig. 2 A) e ( $p < 0,05$ ) para as densidades de plantio utilizadas (Fig. 2 B; C e D), porém com incrementos maiores quando cresceu de forma isolada (Testemunha) constatado pelos valores do coeficiente  $b_1$  verificados nas suas respectivas equações e com altos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) (Tabela 1).

Quando se comparam às épocas de semeadura da braquiária constatam-se respostas semelhantes em todas as densidades, fato comprovado pela proximidade dos valores dos coeficientes lineares das equações ajustadas. No entanto, menores áreas foliares e incremento no tempo foram evidentes quando a braquiária conviveu por maior tempo com a cultura da soja.

Aos 140 dias após o plantio da soja verificaram-se, em média, áreas foliares de 790 e 839; 757 e 800; 726 e 752; 677 e 695  $\text{cm}^2$  para as testemunhas nas épocas de plantio 20 e 30 DAE, respectivamente (Figura 2, A, B, C e D). Já a braquiária em consórcio foi de 160 e 253; 148 e 249; 250 e 186; 142 e 176  $\text{cm}^2$  nas épocas de plantio 20 e 30 DAE, respectivamente (Figura 2, A, B,

C e D), representando esta última redução de 79,8 e 69,9; 80,5 e 68,9; 65,6 e 75,3; 79,0 e 74,7%, nas épocas de plantio 20 e 30 DAE, respectivamente (Figura 2, A, B, C e D), quando comparada à testemunha.

A habilidade competitiva da planta por luz depende da sua capacidade de assimilar  $\text{CO}_2$  e utilizá-lo na fotossíntese, aumentando a área foliar e/ou o seu tamanho (BLACK et al., 1969).

A utilização da luz é o processo mais importante para a produtividade, porque é por meio da fotossíntese que a planta acumula matéria orgânica em seus tecidos (ARGENTA et al., 2001). A folha é o órgão responsável por essa captação luminosa. Assim, as plantas que atingem o seu índice de área foliar máximo apresentam maior produção.

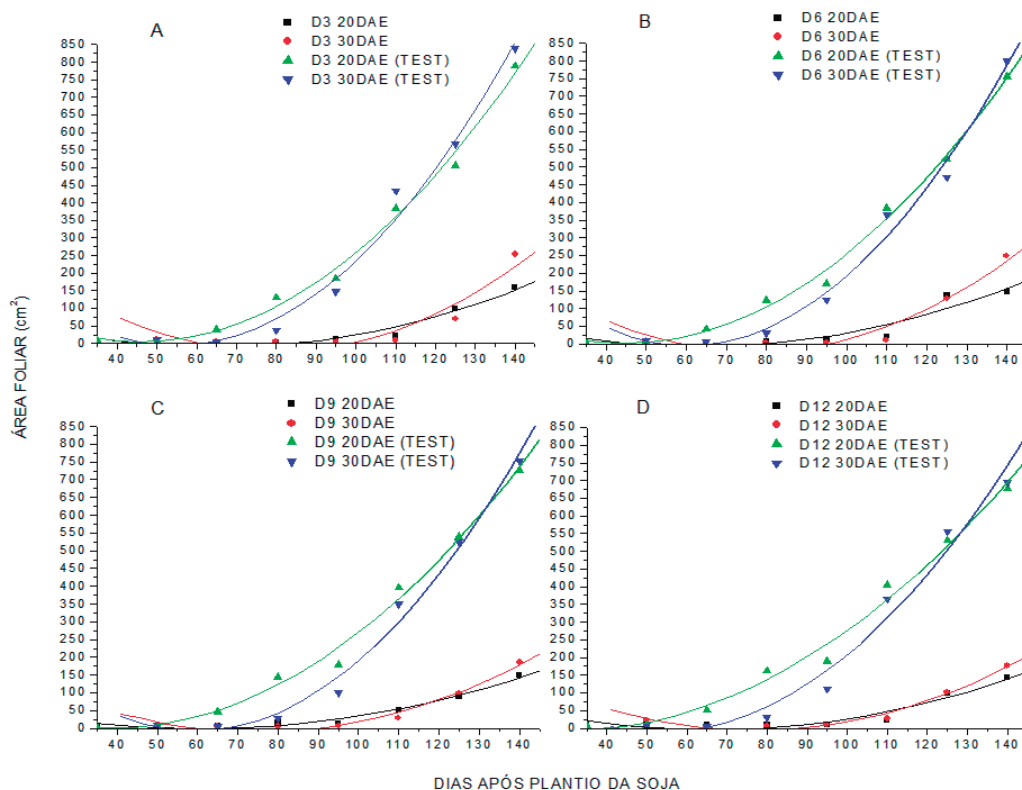
Na massa seca da parte aérea, a braquiária expressou resposta polinomial quadrática significativa ( $p < 0,01$ ) e altos coeficientes de determinação ( $R^2 > 0,87$ ) para todas as densidades de plantio utilizadas, porém com altos incrementos quando cresceu de forma isolada (Testemunha), constatado pelos maiores coeficientes quadráticos verificados nas suas respectivas equações (Tabela 2).

No início das amostragens das plantas para análise de crescimento observou-se que, aos 140 DAPS houve competição da planta de soja com a braquiária (Fig. 3). Essa competição resultou em menores ganhos de massa seca total da braquiária

**TABELA 1.** Equação da análise de regressão para área foliar da planta de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã, crescida isoladamente (Testemunha- TEST) ou em consórcio com a cultura da soja, em diferentes densidades - D (3, 6, 9, 12  $\text{kg ha}^{-1}$ ) e épocas de semeadura (20 e 30 DAE da soja) da braquiária, em função do período de amostragem. Gurupi-TO. Safra 2009/2010.

Época de plantio	Densidade	Equação	$r^2$
20 DAE	- 3	$\hat{y} = 109,93774 - 3,72431^{***} x + 0,02873 x^2$	0,95207
	3 (Test.) <sup>1</sup>	$\hat{y} = 183,04761 - 7,85499^{***} x + 0,08601 x^2$	0,99275
	- 6	$\hat{y} = 104,04074 - 3,51037^{**} x + 0,02778 x^2$	0,88714
	6 (Test.)	$\hat{y} = 166,41284 - 7,3753^{***} x + 0,08258 x^2$	0,99418
	- 9	$\hat{y} = 80,68821 - 2,72286^{***} x + 0,02256 x^2$	0,9704
	9 (Test.)	$\hat{y} = 108,33157 - 5,56822^{***} x + 0,07176 x^2$	0,99221
30 DAE	- 12	$\hat{y} = 107,19749 - 3,37562^{**} x + 0,02572 x^2$	0,92974
	12 (Test.)	$\hat{y} = 47,69534 - 3,52747^{***} x + 0,05821 x^2$	0,98775
	- 3	$\hat{y} = 390,75396 - 10,45638^* x + 0,06587 x^2$	0,88709
	3 (Test.)	$\hat{y} = 363,70244 - 13,02026^{***} x + 0,11873 x^2$	0,9854
	- 6	$\hat{y} = 125,41291 - 10,01407^{**} x + 0,065 x^2$	0,9475
	6 (Test.)	$\hat{y} = 449,64867 - 15,06994^{***} x + 0,12493 x^2$	0,98735
30 DAE	- 9	$\hat{y} = 238,9923 - 6,63807^{**} x + 0,04428 x^2$	0,97188
	9 (Test.)	$\hat{y} = 415,78306 - 14,25412^{***} x + 0,12001 x^2$	0,98967
	- 12	$\hat{y} = 263,63676 - 6,97085^{***} x + 0,04518 x^2$	0,98345
	12 (Test.)	$\hat{y} = 270,3979 - 10,58502^{***} x + 0,09957 x^2$	0,97608

<sup>1</sup>Test. = Testemunha; \* (0,05 > p ≥ 0,01) significativo; \*\* (0,01 > p ≥ 0,001) altamente significativo; \*\*\* (p < 0,001) muito altamente significativo.



**Figura 2.** Área foliar da planta de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã, crescida isoladamente (Testemunha-TEST) ou em consórcio com a cultura da soja, em diferentes densidades - D (3, 6, 9, 12 kg ha<sup>-1</sup>) e épocas de semeadura (20 e 30 DAE da soja) da braquiária, em função do período de amostragem. Gurupi-TO. Safra 2009/2010.

**Tabela 2.** Equação da análise de regressão para Massa Seca da Parte Aérea da planta de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã, crescida isoladamente (Testemunha- TEST) ou em consórcio com a cultura da soja, em diferentes densidades - D (3, 6, 9, 12 kg ha<sup>-1</sup>) e épocas de semeadura (20 e 30 DAE da soja) da braquiária, em função do período de amostragem. Gurupi-TO. Safra 2009/2010

Época de Plantio	Densidade	Equação	R <sup>2</sup>	
20 DAE	- 3	$\hat{y} = 66,65942 - 2,27186^{***} x + 0,01746 x^2$	0,94923	
	3 (Test.) <sup>1</sup>	$\hat{y} = 229,45445 - 8,901^{***} x + 0,0845 x^2$	0,98356	
	- 6	$\hat{y} = 72,02618 - 2,41742^{**} x + 0,01826 x^2$	0,92527	
	6 (Test.)	$\hat{y} = 223,19126 - 8,68596^{***} x + 0,08242 x^2$	0,98778	
	- 9	$\hat{y} = 69,37414 - 2,32631^{**} x + 0,01784 x^2$	0,92222	
	9 (Test.)	$\hat{y} = 195,01737 - 7,75212^{***} x + 0,0759 x^2$	0,98652	
	- 12	$\hat{y} = 78,829 - 2,56602^{**} x + 0,01905 x^2$	0,87742	
	12 (Test.)	$\hat{y} = 177,61686 - 7,10363^{***} x + 0,07065 x^2$	0,988	
	30 DAE	- 3	$\hat{y} = 132,20377 - 11,74729^{***} x + 0,02368 x^2$	0,91176
		3 (Test.)	$\hat{y} = 348,21961 - 11,74729^{***} x + 0,09604x^2$	0,98936
		- 6	$\hat{y} = 125,41291 - 3,54042^{**} x + 0,02353 x^2$	0,95695
		6 (Test.)	$\hat{y} = 366,45188 - 12,20858^{***} x + 0,09842 x^2$	0,98851
- 9		$\hat{y} = 126,2038 - 3,57615^{**} x + 0,02406 x^2$	0,96702	
9 (Test.)		$\hat{y} = 299,80482 - 10,19022^{**} x + 0,08377 x^2$	0,98294	
	- 12	$\hat{y} = 126,58632 - 3,55506^{**} x + 0,0236x^2$	0,94345	
	12 (Test.)	$\hat{y} = 235,07519 - 8,45871^{***} x + 0,07386 x^2$	0,99275	

<sup>1</sup>Test. = Testemunha; \*(0,05>p≥0,01) significativo; \*\*(0,01>p≥0,001) altamente significativo; \*\*\*(p<0,001) muito altamente significativo.

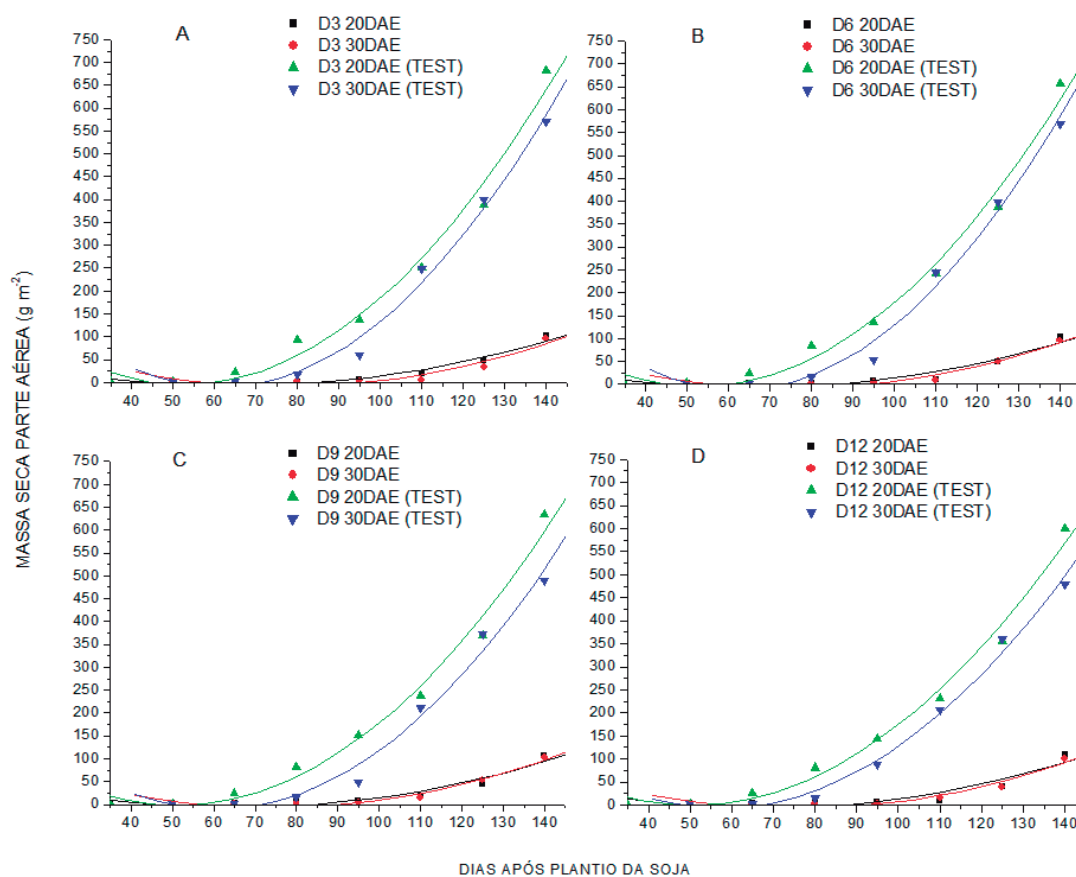
consorciada em relação à solteira. Isto se deve ao sombreamento da forrageira pela soja. Assim, a braquiária apresentou crescimento lento, em especial por possuir metabolismo  $C_4$  de fixação do  $CO_2$ , característica que a faz exigente por luz. Evidencia-se o mesmo efeito em experimento realizado por PORTES et al. (2000), quando compararam braquiária com cereais em sistema de consórcio e solteiro, encontrando menores ganhos de massa seca total.

Quando se comparam às épocas de semeadura da braquiária registram-se respostas semelhantes entre estas em todas as densidades de semeadura, principalmente em consórcio, fato comprovado pela proximidade dos valores dos coeficientes de regressão das equações ajustadas.

Na última data de coleta (140 DAPS), verificaram-se, na massa seca da parte aérea da

braquiária, as médias de 681 e 569; 657 e 569; 633 e 490; 599 e 479  $g\ m^{-2}$  para as testemunhas nas épocas de plantio 20 e 30 DAE, respectivamente (Figura 3, A, B, C e D). Estes valores são baixos comparados com os encontrados por Ferreira (2001), em experimento com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Goiânia, onde foi encontrada produção de 2300  $g\ m^{-2}$  de massa seca da parte aérea, aos 150 dias após a emergência.

Esta baixa produção de massa seca pode ter sido ocasionada pela acidez do solo e/ou alta temperatura noturna (Figura 1), uma vez que, no período noturno substâncias são oxidadas nas plantas no processo de respiração, liberando  $CO_2$  para a atmosfera, perdendo biomassa. Se, neste período, ocorrerem altas temperaturas, o metabolismo respiratório é mais acentuado, reduzindo ainda mais as substâncias de reservas (KLUTHCOUSKI, et al., 2003).



**Figura 3.** Massa seca da parte aérea da planta de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã, crescida isoladamente (Testemunha- TEST) ou em consórcio com a cultura da soja, em diferentes densidades - D (3, 6, 9, 12  $kg\ ha^{-1}$ ) e épocas de semeadura (20 e 30 DAE da soja) da braquiária, em função do período de amostragem. Gurupitô. Safra 2009/2010.

Para braquiária em consórcio, verificou-se valores de massa seca da parte aérea de 100 e 96,3; 103 e 95,7; 107 e 103; 110 e 102 g m<sup>-2</sup> nas épocas de plantio 20 e 30 DAE, respectivamente (Fig. 3 A, B, C e D), representando esta última uma redução de 85,19 e 83,09; 84,33 e 83,20; 83,12 e 79,07; 81,63 e 78,83%, nas épocas de plantio 20 e 30 DAE, respectivamente (Fig. 3 A, B, C e D), quando comparada a testemunha.

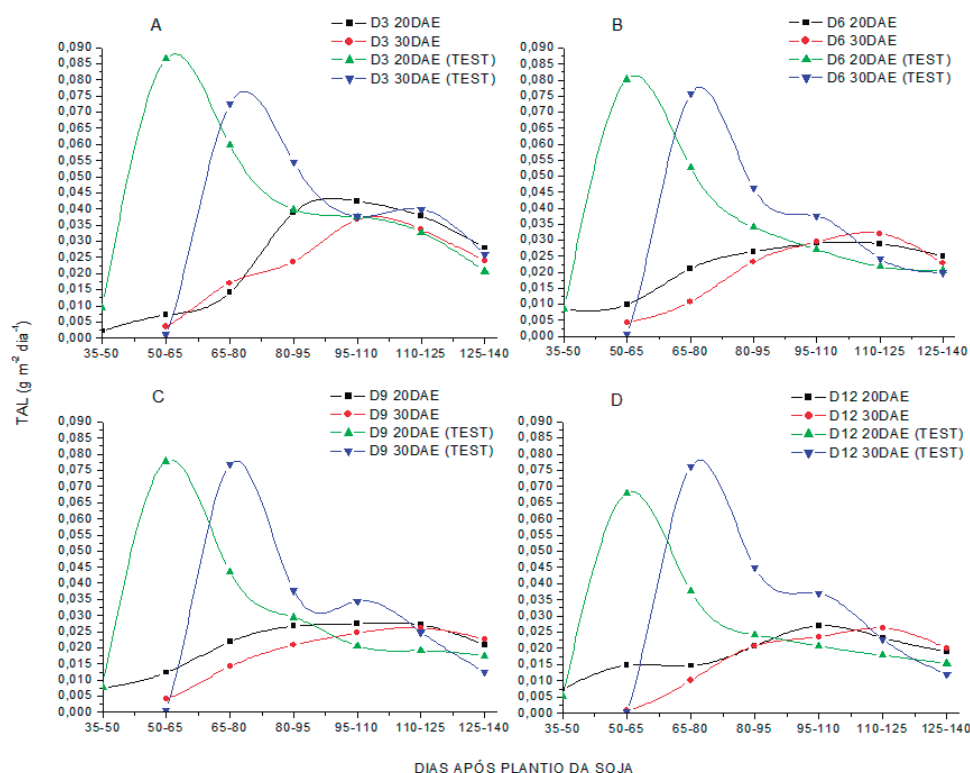
A braquiária consorciada apresenta menores valores de TAL (Figura 4) devido à competição por luz exercida pelo sombreamento da cultura. Esta competição expôs a forrageira à baixa quantidade e qualidade de radiação de luminosa. De acordo com RAJCAN e SWANTON (2001), a quantidade e a qualidade são os componentes da radiação que afetam o resultado da competição entre plantas.

A intensidade da radiação interceptada pela planta determina a fotossíntese no dossel, enquanto a radiação é a variável que regula a morfologia da planta. Ambos os componentes são modificados em

situação de competição no consórcio, comparando-se ao monocultivo e, como consequência, altera-se a acumulação de biomassa, a produção de grãos e a morfologia das espécies consorciadas (Baumann et al., 2001).

A braquiária em sistema solteiro obteve maiores valores de TAL, quanto à época de semeadura. As plantas aos 20 DAE chegaram à máxima TAL antes dos 30 DAE, isto ocorreu devido à diferença nos dias da semeadura. Com o aumento da densidade verificou-se maior competição intra-específica, limitando o incremento da TAL (Figura 4). Segundo Dias Filho (2002), *B. brizantha* apresenta certa plasticidade fenotípica e tolerância em resposta ao sombreamento, porém, reduz sua capacidade fotossintética.

Na taxa de crescimento da cultura (TCC), a braquiária, em monocultivo, apresentou valores superiores à consorciada (Figura 5), evidenciando o sombreamento exercido pela soja até a senescência



**FIGURA 4.** Taxas assimilatória líquida (TAL) da planta de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã, crescida isoladamente (Testemunha - TEST) ou em consórcio com a cultura da soja, em diferentes densidades - D (3, 6, 9, 12 kg ha<sup>-1</sup>) e épocas de semeadura (20 e 30 DAE da soja) da braquiária, em função do período de amostragem. Gurupi-TO. Safra 2009/2010.

(80-95 DAPS). Após este período, verifica-se incremento devido à exposição direta da planta à radiação fotossinteticamente ativa. Em plantas muito sombreadas, as taxas de fotossíntese líquida são baixas, com baixas TCC, consequentemente (KLUTHCOUSKI, et al., 2003).

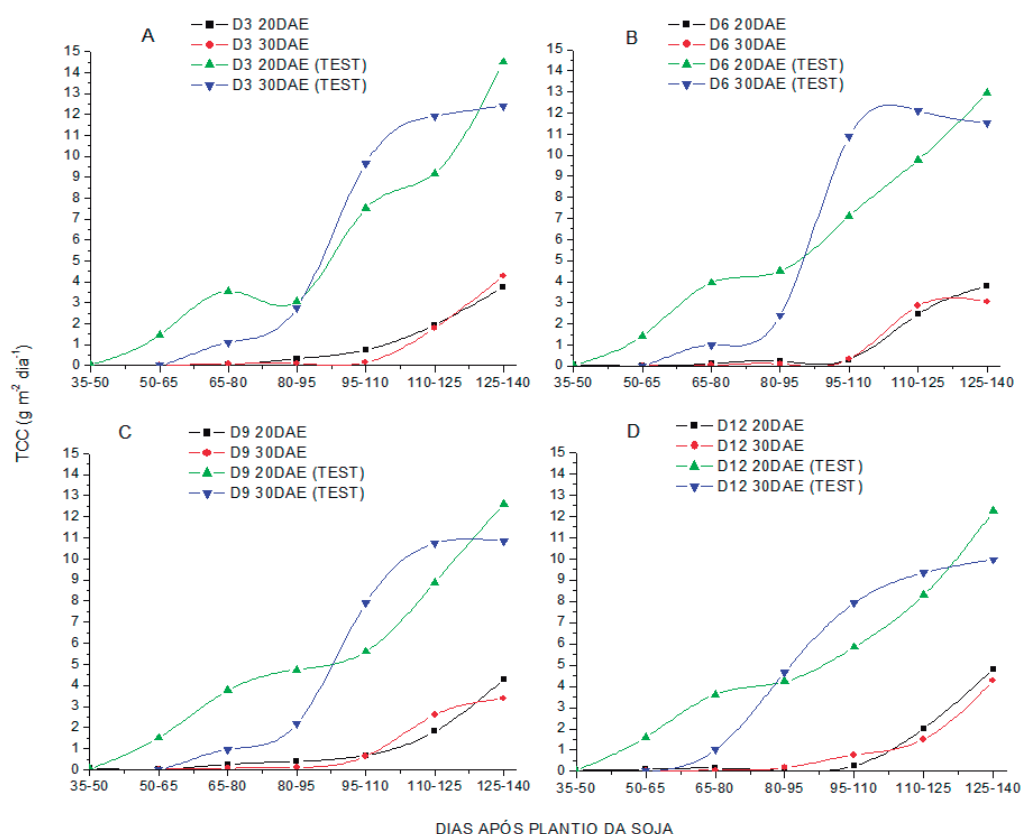
Na última data de coleta (140 DAPS) verificou-se na TCC da braquiária em consórcio, reduções de 74,3 e 65,6; 70,53 e 73,6; 66,0 e 68,8; 60,8 e 57,2%, nas épocas de plantio 20 e 30 DAE, respectivamente (Fig. 5 A, B, C e D), quando comparada à testemunha. Valores inferiores foram encontrados por ROSA et al. (2007), tendo constatado que a TCC máxima do Capim Tanzânia no consórcio com estilosantes foi 20,5% superior ao sistema solteiro e em consórcio com soja perene foi de 41,9%.

Na taxa de crescimento relativo (TCR), notam-se, para as épocas de semeadura, semelhança nas médias das curvas (Figura 6). A diferença evidenciada

pelo atraso do ponto máximo da curva foi ocasionada pelo dia de plantio da braquiária. As maiores densidades estudadas limitaram o incremento da TCR.

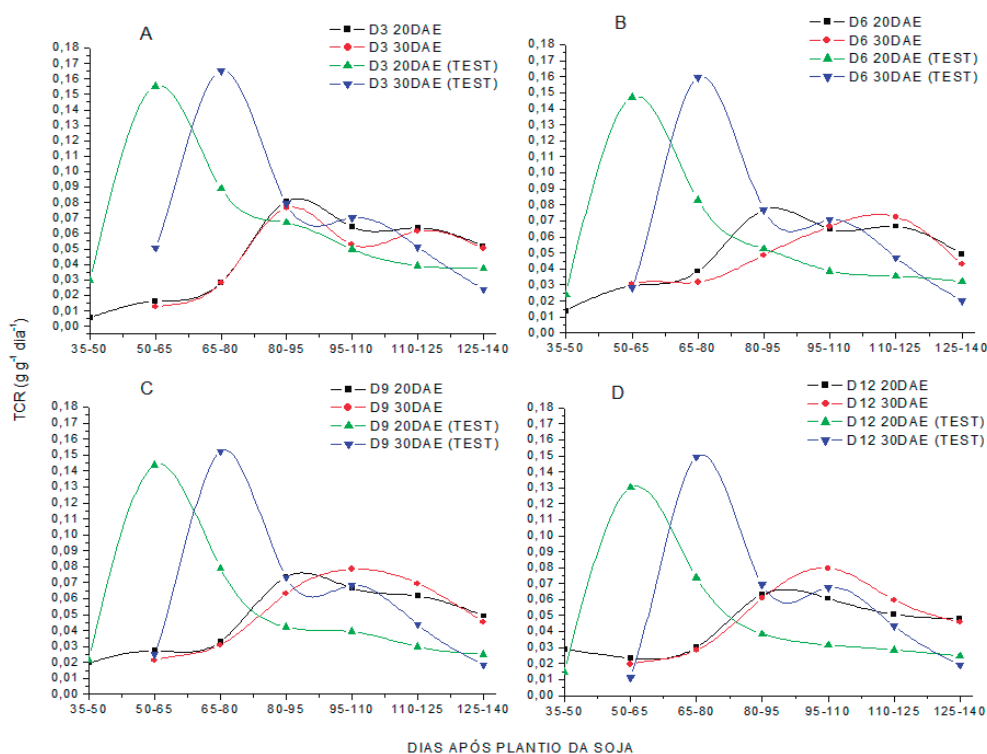
Em relação a braquiária em cultivo solteiro entre 35-50 a 65-80 DAPS aos 20 DAE e 35-50 a 80-95 DAPS aos 30 DAE, ocorreu incremento inicial da TCR até o seu ponto máximo e em seguida um decréscimo, igualando-se à braquiária em consórcio, a partir da última data supracitada para a época de 20 DAE. As mesmas apresentaram menores TCR do que em competição, a partir 110-125 DAPS. O mesmo ocorreu para 30 DAE (Figura 6). A braquiária em competição obteve aumento na TCR no início da senescência da soja, onde começou a receber maior quantidade e qualidade de radiação fotossinteticamente ativa.

O efeito da competição na braquiária reduziu todas as variáveis analisadas, sendo que, para a forrageira, este efeito é decorrente



**Figura 5.** Taxa de crescimento da cultura (TCC) da planta de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã, crescida isoladamente (Testemunha- TEST) ou em consórcio com a cultura da soja, em diferentes densidades - D (3, 6, 9, 12 kg ha<sup>-1</sup>) e épocas de semeadura (20 e 30 DAE da soja) da braquiária, em função do período de amostragem. Gurupi-TO. Safra 2009/2010.





**FIGURA 6.** Taxa de crescimento relativo (TCR) das plantas de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã, crescida isoladamente (Testemunha - TEST) ou em consórcio com a cultura da soja, em diferentes densidades - D (3, 6, 9, 12 kg ha<sup>-1</sup>) e épocas de semeadura (20 e 30 DAE da soja) da braquiária, em função do período de amostragem. Gurupi-TO. Safra 2009/2010.

da falta de luminosidade nos estádios iniciais de desenvolvimento, como pode ser comprovado pela baixa TCC em todas as densidades (Figura 5). O resultado de competição também foi observado para a braquiária consorciada com outras gramíneas (PORTES et al., 2000) e para a braquiária consorciada com soja (COBUCCI e PORTELA, 2003).

A TAL, TCR e a TCC para a braquiária em solteiro foram maiores nos estádios iniciais de desenvolvimento, quando comparada em consórcio, onde se observa que esta competição atrasou o crescimento das plantas de braquiária, a qual iniciou maior incremento após o início da senescência da soja, verificando-se atraso deste ponto máximo das taxas para as plantas em consórcio (Figuras 4, 5 e 6).

Na TCC, em função da massa inicial ser menor, esta inicia com valores menores aumentando ao longo do período avaliado (Figura 5). Contudo para as plantas consorciadas, ocorre retardamento no

seu desenvolvimento, mesmo havendo assimilação de CO<sub>2</sub> conforme Figura 4.

## Conclusões

O cultivo da *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã em consórcio com a cultura da soja RR M-8766 é viável, na semeadura de 20 ou 30 DAE, pelo ganho de massa seca da parte aérea inicial após a colheita da soja.

Do ponto de vista fisiológico é favorável o consórcio entre soja e braquiária na densidade de 3 kg ha<sup>-1</sup> nas duas épocas de semeadura.

## Agradecimentos

Ao Governo do Estado do Tocantins, Secretaria de Ciência e Tecnologia-SECT e Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia-CECT, pelo apoio financeiro.

## Referências

- AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. **In:** Palestras apresentadas no Curso de Atualização em Recomendação de Adubação e Calagem: ênfase em plantio direto, 3. Santa Maria: UFSM/Pallotti, 1997, p.76-111.
- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas de milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, v.31, n.6, p.1075-1084, 2001.
- BAUMANN, D.T.; BASTIAANS, L.; KROPFF, M.J. Effects of intercropping on *Senecio vulgaris*, with special growth and reproductive capacity of late-emerging reference to competition for light. **Annals of Botany**, v.87, p.209-217, 2001.
- BENINCASA, M.M.P; Departamento de biologia aplicada à agropecuária. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. FCAV-UNESP: Jaboticabal, 2003. p.02-06.
- BLACK, C.C.; CHEN, T.M.; BROWN, R.H. Biochemical basis for plant competition. **Weeds**, v.17, n.3, p.338-344, 1969.
- BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A.; ARAUJO, J.B.M. Período crítico de composição de uma comunidade natural de mato em soja (*Glycine max* L., Merrill). **In:** Anais do Seminário Nacional de Pesquisa de Soja, 1. Londrina: EMBRAPA-CNPQ, 1979. v.2, p.151-157.
- COBUCCI, T.; PORTELA, C. **O manejo de herbicidas no Sistema Santa Fé e na braquiária como fonte de cobertura morta**. **In:** KLUTHCHOUSKI, J. et al. (Ed.) Integração lavoura-pecuária. Santo Antônio de Goiás. Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.443-458.
- CONAB. **Soja série história**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/sojaseriehist.xls>>. Acesso em: 13 maio 2009.
- DIAS FILHO, M.B. Photosynthetic light response of  $C_4$  grasses *Brachiaria brizantha* and *Brachiaria humidicola* under shade. **Scientia Agricola**, v.9, n.1, p.65-68, 2002.
- EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Revista botânica**. v.38, n.2, p.205341, 1972.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2 ed. 2006. 306 p.
- FERREIRA, A.M. **Emergência, Crescimento e senescência de uma cultivar de braquiária em condições dos Cerrados**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2001. 46 f.
- FUKAL, S.; TRENBATH, B.R. Process determining intercrop productivity and yields of component crops. **Field Crops Research**, v.34, p.247-271, 1993.
- KICHEL, A.N.; MIRANDA, C.H.B.; TAMBOSI, S.A.T. Produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. **In:** Anais do Simpósio de Forragicultura e Pastagens: Temas em Evidências, 1., 2000, Lavras: UFLA, 2000. p.51-68.
- KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**. v.1, n.1, 2005.
- KLINK, C.A.; MOREIRA, A.G. **Past and current Human occupation, and land use**. **In:** The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. Columbia University Press: New York, 2002. p. 69-88.
- KLUTHCHOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica: México. 1948. 479p.
- MACEDO, M.C.M.; KICHEL, A.N.; ZIMMER, A.H. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Dourados: Embrapa-CPAO, 2000. 4p. (Comunicado técnico, 62).

- MICROCAL ORIGIN**. Origin Version 6.1. Microcal Software, Inc., Northampton. 2000. Software Registrado™
- OLIVEIRA, I.P.; ROSAZ, S.R.A.; KLUTHCOUSKII J.; AIDARI, H.; COSTA J.L. **Palhada no sistema Santa Fé**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 2001. 4 p. (Informações agronômicas, 93).
- PEETERS, A.C.J.; PEETERS, C.L. Sistema integrado de produção. **In: Anais do Congresso Brasileiro de Algodão**, 5., Salvador-BA: EMBRAPA, 2005. p.1-6.
- PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas: IAC, 1987. 33p. (IAC. Boletim Técnico, 114).
- PORTES, T. de A.; CARVALHO, S.I.C.; OLIVEIRA, I.P.; KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.7, p.1349-1358, 2000.
- RAJCAN, I.; SWANTON, C.L. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. **Field Crops Research**, v.71, n.2, p.139-150, 2001.
- ROSA, S.R.A.; CASTRO, T.A.P.; OLIVEIRA, I.P. Análise de crescimento em Capim-Tanzânia nos sistemas de plantio solteiro e consórcio com leguminosas. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.2, p.251-260, 2007.
- SILVA, A.C.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A.; PAIVA, T.W.B.; SEDIYAMA, C.S. Efeitos de doses reduzidas de fluazifop-butil no consórcio entre soja e *Brachiaria brizantha*. **Planta Daninha**, v.22, n.3, p.429-435, 2004.
- SILVA, A.C.; FREITAS, R.S.; FERREIRA, L.R.; FONTES, P.C.R. Acúmulo de macro e micronutrientes por soja e *Brachiaria brizantha* emergida em diferentes épocas. **Planta Daninha**, v.27, n.1, p.49-56, 2009.
- SILVA, W. **Interferência de *Brachiaria brizantha* sobre *Eucalyptus citriodora* e *E. grandis*, cultivados em solos com diferentes teores de água**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 1997. 89f.
- SISTEMA FARSUL. **Relatório de commodities – soja**. Disponível em: <[http://www.casaruralrs.com.br:8080/wbi\\_casarural/uploads/23%20A%2029-1.238512154883358E12.pdf](http://www.casaruralrs.com.br:8080/wbi_casarural/uploads/23%20A%2029-1.238512154883358E12.pdf)>. Acesso em: 12 maio 2009.
- URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.35, n.3, p.497-506, 2000.
- VENEGAS, V.H.A.; ALVAREZ, G.A.M. Apresentação de equações de regressão e suas interpretações. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.3, p.28-32, 2003.

