

CONSÓRCIO DE SORGO GRANÍFERO COM BRAQUIÁRIAS NA SAFRINHA PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS E BIOMASSA

ALESSANDRO GUERRA DA SILVA¹, CHRISTIANO LIMA LOBO DE ANDRADE²,
MARIA MIRMES PAIVA GOULART³, ITAMAR ROSA TEIXEIRA⁴, GUSTAVO ANDRÉ SIMON¹
e ISABELA CRISTINA SOUSA MOURA⁵

¹Universidade de Rio Verde, Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal/Faculdade de Agronomia, Fazenda Fontes do Saber, Caixa Postal 104 Cep: 75901-970 - Rio Verde, Goiás, Brasil. silvaag@yahoo.com.br, guasimon@yahoo.com.br

²Universidade de Rio Verde, Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Fazenda Fontes do Saber, Caixa Postal 104 Cep: 75901-970 Rio Verde, Goiás, Brasil. christianoinstrutoria@gmail.com

³Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Rodovia Sul Goiana, Km 1 CEP: 75900000, Rio Verde, Goiás, Brasil. mirmes.pg@hotmail.com

⁴Universidade Estadual de Goiás, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, BR 153 Km 99 Anápolis, Goiás, Brasil. itamar.teixeira@ueg.br

⁵Universidade de Rio Verde, Faculdade de Agronomia, Fazenda Fontes do Saber, Caixa Postal 104 Cep: 75901-970, Rio Verde, Goiás, Brasil. isabelamourapsi@gmail.com

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.16, n.3, p. 495-508, 2017

RESUMO - O consórcio de sorgo com braquiária é uma técnica de cultivo promissora para produção de grãos e biomassa. No entanto, há carência de informações em relação à escolha de híbridos graníferos para serem consorciados com espécies de braquiária para cultivo nos cerrados. Portanto, o objetivo do trabalho é testar híbridos de sorgo granífero em consórcio na linha com diferentes espécies de braquiárias para produção de grãos e biomassa, em dois cortes, na região dos cerrados. O ensaio foi implantado em campo, em Rio Verde-GO, na safrinha de 2010, empregando os híbridos de sorgo BRS 310 e DKB 599 consorciados na linha com as espécies *Urochloa brizantha* cvs. Marandu, Xaraés e Piatã, *U. decumbens* e *U. ruziziensis*, além dos tratamentos adicionais referentes aos monocultivos de sorgo e das espécies de braquiárias. Os resultados obtidos permitiram constatar que o consórcio de sorgo granífero com espécies de braquiárias afetou a população de plantas e o rendimento de grãos do sorgo, além do perfilhamento da braquiária. Contudo, o consórcio de sorgo e braquiária em safrinha nos cerrados apresentou potencial de adoção para produção de grãos e biomassa na entressafra.

Palavras-chave: forragem, rendimento, rebrota, *Sorghum bicolor*, sucessão de culturas.

GRAIN SORGHUM HYBRIDS INTERCROPPED WITH BRACHIARIAS IN OFF-SEASON CULTIVATION TO PRODUCE GRAINS AND BIOMASS

ABSTRACT - The sorghum and *Urochloa* intercropping is a promising technique to produce grains and biomass. However, there is lack of informations about the choice of grain sorghum hybrids to be intercropped with *Urochloa* species at Brazilian cerrado. Therefore, the objective of this work was to evaluate grain sorghum hybrids in intercropping at line with different species of *Urochloa* to produce grain and biomass in two cuts at cerrado region. The experiment was installed in the field, in Rio Verde, State of Goiás, Brazil, in the 2010 off-season cultivation. It was used the grain sorghum hybrids BRS 310 and DKB 599 intercropped at line with the species *Urochloa brizantha* cvs. Marandu, Xaraés and Piatã, *U. decumbens* and *U. ruziziensis*, and the treatments the *Urochloa* and sorghum monocrops. The results revealed that the grain sorghum intercropped with *Urochloa* species affected the plant population and grain yield of sorghum crop, beyond the tillering of *Urochloa*. However, *Urochloa* and sorghum intercropping in off-season cultivation has the potential adoption at Brazilian cerrado to produce grain and biomass.

Keywords: forage, yield, regrowth, *Sorghum bicolor*, sequential cropping.

No Brasil, a crescente procura do milho pelas agroindústrias instaladas no Centro-Oeste aliada às produções limitadas em determinados anos tem levado os produtores a procurarem formas alternativas de grãos para a alimentação animal. Neste contexto, o sorgo (*Sorghum bicolor*) tem surgido como espécie promissora para produção de grãos (Silva et al., 2009a, 2015), por permitir maior tolerância à seca em relação ao milho. Além disto, a baixa produção de forragens na época seca do ano, associada à baixa rebrota das plantas, é uma das principais causas da baixa produtividade do rebanho na região. Neste contexto, o consórcio de culturas com forrageiras é promissor (Horvathy Neto et al., 2014; Silva et al., 2014; Ribeiro et al., 2015) por não afetar, em alguns casos, o rendimento de grãos de sorgo e permitir a produção de forragem nos sistemas de sucessão de culturas.

Porém, muitos produtores do Centro-Oeste têm receio em adotar o sistema de consórcio lavoura-pecuária em razão, dentre vários fatores, da escolha das espécies a serem consorciadas. A inclusão de gramíneas forrageiras, como as braquiárias, nos sistemas consorciados, permite o aumento da produção de biomassa nas áreas agrícolas dos cerrados (Horvathy Neto et al., 2012, 2014; Silva et al., 2015). Além disso, a forrageira em questão apresenta sistema radicular abundante, o que contribui para a infiltração de água, além de favorecer a agregação e a aeração do solo (Silva et al., 2013). Pode-se destacar também o auxílio no controle de plantas daninhas pelo aumento da cobertura sob o solo (Lima et al., 2014), o que contribui para aumentos nos teores de matéria orgânica nas camadas superficiais do solo, além da rotação de culturas na área (Loss et al., 2013).

Como a cultura do sorgo granífero é muito pouco pesquisada na safrinha, principalmente em consórcio com espécies forrageiras, há a necessida-

de de mais informações com o intuito de explorar o potencial produtivo de ambas as espécies. Portanto, o objetivo deste trabalho é o de testar híbridos de sorgo granífero em consórcio na linha com diferentes espécies de braquiárias para produção de grãos e biomassa em dois cortes para exploração da rebrota das plantas de braquiária na entressafra.

Material e Métodos

O ensaio foi instalado em campo no município de Rio Verde-GO (17°47'24,5"S; 50°57'41,7"W e 769 m de altitude), em um Latossolo Vermelho distrófico (Santos et al., 2013), cultivado no sistema de semeadura direta com cultivo de soja na safra de verão. As variações mensais de temperatura média do ar e da precipitação na condução do ensaio estão apresentadas na Figura 1.

Os resultados da análise físico-química da amostra de solo de 0,00 a 0,20 m de profundidade do local de realização do ensaio foram: pH em CaCl₂: 4,2; Ca, Mg, K, Al, H+Al, CTC e SB: 1,30; 0,87; 0,30; 0,50; 6,40; 8,91 e 2,47, respectivamente, em cmol_c dm⁻³; P: 4,13 mg dm⁻³; saturação de bases e de alumínio: 27,72 e 16,83%, respectivamente; Cu, Zn, Fe e Mn: 5,5; 2,2; 99,0 e 186,0 em mg dm⁻³, respectivamente; matéria orgânica: 35,94 g dm⁻³; argila, silte e areia: 580, 120 e 300 g kg⁻¹, respectivamente.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x5+2+5, com quatro repetições, referindo-se a dois híbridos de sorgo granífero (BRS 310 e DKB 599; ambos precoces, de grãos vermelhos e sem tanino, recomendados para cultivo em média e alta tecnologia, respectivamente) consorciados na linha com cinco espécies de braquiária (*U. brizantha* cvs. Marandu, Xaraés e Piatã, *U. decumbens* e *U. ruziziensis*), acrescido de

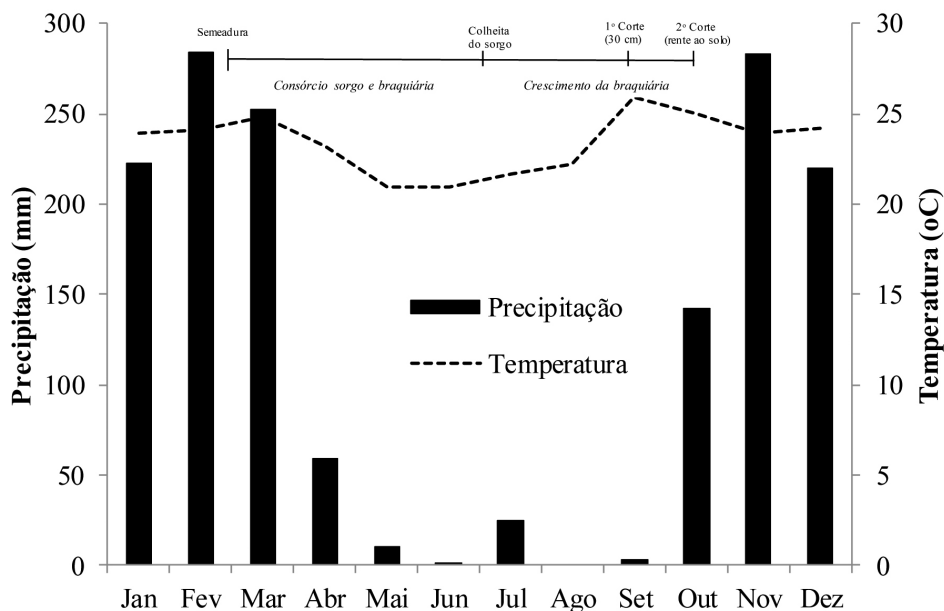


Figura 1. Variação mensal da temperatura média do ar e precipitação pluvial de janeiro a dezembro de 2010, Rio Verde-GO (Fonte: Estação Climatológica da Universidade de Rio Verde, Rio Verde-GO).

sete tratamentos adicionais contíguos referentes aos dois monocultivos de sorgo e das cinco espécies de braquiárias. As parcelas foram constituídas de sete linhas, com 5,0 m de comprimento, espaçadas 0,50 m entre si, sendo a área útil obtida considerando duas fileiras centrais, eliminando 0,5 m de cada extremidade (4,0 m²).

Uma semana antes da implantação do ensaio, foi realizada, por meio de pulverizador tratorizado, a dessecação das ervas daninhas empregando o equivalente a 1.440 g e.a. ha⁻¹ de glifosato e 433,5 g i.a. ha⁻¹ de 2,4 D, com volume de calda de 150 L ha⁻¹. Tanto o sorgo quanto a braquiária foram semeados manualmente em 25 de fevereiro de 2010.

Inicialmente, efetuou-se, por meio de uma semeadora de sete linhas, o sulcamento da área e o uso equivalente de 313 kg ha⁻¹ do fertilizante 02-20-18. Posteriormente, realizou-se a semeadura da braquiária a 10 cm de profundidade, com auxílio de um ga-

barito graduado, sendo colocada, portanto, junto com o fertilizante. Depois disso, efetuou-se o cobrimento das sementes com 8 cm de terra sendo semeado o sorgo logo em seguida, cobrindo-o com 2 cm de terra. No monocultivo, ambas as espécies foram semeadas a 2 cm de profundidade. Para a implantação das braquiárias levou-se em consideração o valor cultural (VC) das sementes (*U. brizantha*: cv. Xaraés: 38%; Marandu: 60%; Piatã: 53%; *U. decumbens*: 50% e *U. ruziziensis*: 75,6%), com uso da expressão (240 / VC) para obtenção da quantidade de sementes em kg ha⁻¹.

Aos 20 dias após a emergência (DAE) das plântulas de sorgo, foram aplicados, a lanço, 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia. Nesta data, foi realizado o desbaste do sorgo no consórcio e em monocultivo, deixando população equivalente a 180.000 plantas ha⁻¹ para ambos os híbridos.

O controle das ervas daninhas em pós-emergência foi feito por meio de três capinas manuais na

fase inicial de desenvolvimento do sorgo. Antes do emborrachamento das plantas de sorgo e para evitar problemas com *Spodoptera frugiperda*, foi realizada, de forma mecanizada, a aplicação de 50 g i.a. ha⁻¹ de cipermetrina, utilizando volume de calda de 150 L ha⁻¹.

Aos 119 DAE, foi realizada a colheita do sorgo, sendo avaliados, na área útil das parcelas, o rendimento de grãos (colheita das panículas, com posterior debulha e pesagem dos grãos, com correção da umidade para 13%); massa de mil grãos (determinação da massa de mil grãos, escolhidos aleatoriamente na amostra de rendimento, com correção da umidade para 13%); altura de plantas (medição do colo até a extremidade da panícula em cinco plantas escolhidas aleatoriamente); índice de perfilhamento (contagem do número de perfilhos em cinco plantas escolhidas aleatoriamente) e população final (contagem do número de plantas colhidas).

No consórcio, após a colheita do sorgo, foi feito o corte nas plantas de sorgo a 30 cm do solo para uniformização da altura das plantas, semelhante ao que ocorre com a colheita mecanizada da cultura. Nesse sistema de cultivo, as plantas de braquiárias foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado aos 96 dias após a colheita do sorgo, a 30 cm do solo, simulando a altura de pastejo do gado, e o segundo, rente ao solo, aos 35 dias após o primeiro corte. No monocultivo, as rebrotas das plantas de braquiárias e de sorgo foram cortadas apenas uma única vez, rente ao solo, aos 131 dias após a colheita dos grãos dos híbridos de sorgo.

Quando se realizou o segundo corte no consórcio e o primeiro corte do monocultivo, avaliaram-se, na área útil das parcelas, a altura das plantas de braquiária (medição do colo até a extremidade da última folha completamente expandida em cinco plantas escolhidas aleatoriamente) e o índice de perfilhamento

(contagem do número de perfilhos nas mesmas cinco plantas da avaliação anterior).

Para cada cultura e em ambos os cortes, foi avaliado, também na área útil, o rendimento de massa seca total: coleta da biomassa em 1 m², com uso de um quadrado de ferro, separando as espécies; as amostras foram levadas para secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 65 °C por 72 h; posteriormente, efetuou-se a pesagem para determinação do teor de massa seca e a multiplicação do resultado pelo peso da biomassa de cada espécie; os resultados foram somados para se obter o rendimento de massa seca total.

Avaliou-se ainda o rendimento de proteína bruta total (no primeiro e segundo cortes) e a relação C/N (apenas no segundo corte). Para estas avaliações, as amostras de massa seca foram moídas em moinho do tipo Willey, com peneira de 1 mm de diâmetro para efetuar as análises de carbono (C) e nitrogênio (N); as determinações do teor de N e de proteína bruta foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997), transformando os resultados em kg ha⁻¹. O C orgânico foi quantificado pela queima das amostras em mufla a 550 °C; a partir dos resultados obtidos foi determinada a relação C/N de cada espécie.

Além destas variáveis, foi quantificada a porcentagem de cobertura do solo na colheita do sorgo (utilizou-se um quadrado de ferro de dimensões de 0,5 x 0,5 m, contendo uma linha com dez pontos, determinando a porcentagem de cobertura quando os pontos do quadrado, após lançado em dois pontos distintos na área útil das parcelas, coincidiam com a presença de cobertura vegetal). E por fim, para verificar a viabilidade do consórcio, foi determinado o índice de equivalência de área pelo somatório da relação do rendimento de grãos de sorgo obtidos em consórcio em relação ao respectivo monocultivo acrescido da relação do rendimento de massa seca total do sorgo e

da braquiária em consórcio pelo rendimento de massa seca da braquiária em monocultivo.

Inicialmente realizou-se a análise de variância individual e posteriormente, a análise de variância combinada entre o consórcio e o monocultivo. Empregou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade quando constatada significância para as fontes de variação testadas no consórcio e em monocultivo, além do teste de Dunnett a 5% de probabilidade para a comparação das médias obtidas em consórcio com as dos respectivos monocultivos. Para o índice de equivalência de área, empregou-se o fatorial simples 2x5, referente aos dois híbridos de sorgo granífero e das cinco espécies de braquiária.

Resultados e Discussão

Cultura do sorgo granífero

A partir dos resultados obtidos foi possível constatar que os híbridos de sorgo granífero apresentaram rendimentos de grãos diferenciados ($P>0,05$) no consórcio, em função da presença da braquiária, quando comparados ao monocultivo (Tabela 1). Dentre as diversas associações de sorgo e braquiária, destaca-se a do BRS 310 com a *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens*. Estes tratamentos não apresentaram diferenças significativas em relação ao monocultivo do BRS 310, fato que não ocorreu com as demais associações de braquiária e com todos os tratamentos do DKB 599 no consórcio (Tabela 2). Além disto, a associação do BRS 310 com essas duas espécies proporcionaram maiores rendimentos em relação às demais. Isto evidencia o potencial de uso da *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* com o BRS 310 na safrinha, visto que a presença da braquiária não afetou o rendimento do híbrido de sorgo em questão.

Já para o DKB 599, as associações mais promissoras foram com a *U. brizantha* cv. Piatã e *U. ruziziensis*, cujos valores foram superiores às demais espécies de braquiária, porém inferiores ao monocultivo do híbrido (Tabela 2). A redução de rendimento de grãos no consórcio do híbrido em questão pode ser atribuída a maior sensibilidade à competição com as plantas de braquiária por água, luz, nutrientes e espaço físico. Ressalta-se que esse híbrido é recomendado para condições de alta tecnologia, sendo mais exigente em fertilidade. O fato de se ter realizado o consórcio na mesma linha de semeadura pode ter ocasionado menor disponibilidade de nutrientes para as plantas de sorgo, visto que a adubação foi realizada na mesma linha de semeadura. O efeito da maior competição entre as duas espécies fica mais evidente com o consórcio com a *U. brizantha* cv. Piatã. Neste caso, o rendimento de grãos do DKB 599 foi inferior ao do BRS 310, de menor potencial produtivo.

A maior sensibilidade à competição do DKB 599 pode também ser comprovada no monocultivo. Sem a presença da braquiária, o rendimento de grãos desse híbrido foi 29% superior ao do BRS 310 (Tabela 2), o que comprova seu maior potencial produtivo. Se utilizado em consórcio, híbridos que apresentem maior potencial produtivo e posicionados para cultivo com emprego de alta tecnologia podem apresentar maiores reduções do rendimento de grãos, ocasionado pela competição com as plantas de braquiária. Além disto, tem-se o maior custo na aquisição de sementes em comparação a híbridos de menor tecnologia, aumentando assim o custo de produção. Portanto, as reduções no rendimento de grãos observadas no consórcio foram inferiores aos observados por Silva et al. (2015) com sorgo granífero no cultivo em sucessão a soja nos cerrados.

Tabela 1. Resultados da análise de variância das variáveis rendimento (REND), massa de mil grãos (MMG), altura de plantas (APS), índice de perfilhamento do sorgo (IPS), população de plantas (POP) e relação C/N da cultura do sorgo granífero (C/N-S), altura de plantas (APB), índice de perfilhamento da braquiária (IPB) e relação C/N da braquiária (C/N-B), rendimentos de massa seca (RMST) e proteína bruta total (RPBT), cobertura do solo (CS) e índice de equivalência de área (IEA) das culturas do sorgo e braquiária do ensaio de híbridos de sorgo granífero consorciados com braquiária na safrinha, Rio Verde-GO, 2010.

Fontes de variação	Cultura do sorgo granífero							Cultura da braquiária			
	GL	REND	MMG	APS	IPS	POP	C/N-S	GL	APB	IPB	C/N-B
Sorgo (S)	1	ns	**	ns	ns	ns	ns	1	**	ns	ns
Braquiária (B)	4	*	ns	ns	ns	ns	ns	4	**	**	*
S x B	4	*	ns	ns	ns	ns	*	4	**	ns	ns
Monocultivo	1	**	ns	ns	ns	ns	ns	4	**	**	*
Cons. x Mon.	1	**	ns	**	ns	**	ns	1	ns	**	**
C.V. (%)	-	9,5	2,5	5,7	38,8	20,5	10,9	-	2,2	22,3	9,7

Fontes de Variação	Sorgo e Braquiária				
	GL	RMST	RPBT	CS	IEA
Sorgo (S)	1	ns	ns	**	**
Braquiária (B)	2	*	*	**	ns
S x B	2	ns	ns	ns	ns
Monocultivo	6	**	**	**	--
Consórc. x Mon.	1	**	**	**	--
C.V. (%)	-	10,0	25,5	8,5	22,1

(**), (*), (ns): Significativo a 1 e a 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

A massa de mil grãos do DKB 599, na média do consórcio, foi superior ao do BRS 310, não havendo diferenças no monocultivo (Tabela 2). No entanto, foram constatadas ausências de diferenças significativas entre os híbridos em relação aos respectivos monocultivos, sendo o mesmo observado para a altura de plantas de sorgo. Por causa da maior sensibilidade à competição do DKB 599, somente o consórcio com a *U. brizantha* cv. Xaraés reduziu o porte do híbrido em questão. Além disto, a diminuição da precipitação,

com o desenvolvimento de ambas as culturas na safrinha, associada ao maior tempo de estabelecimento da braquiária, fez com que as espécies forrageiras não interferissem na altura de plantas do sorgo na maior parte dos tratamentos, corroborando com trabalhos de sorgo granífero consorciado na linha com espécies de braquiária para as condições do cerrado (Horvathy Neto et al., 2012, 2014; Silva et al., 2015).

As diferenças nos valores de população de plantas de sorgo no consórcio podem confirmar a

Tabela 2. Valores médios de rendimento (REND) e massa de mil grãos (MMG), altura (APS) e população de plantas (POP), relação C/N (C/N-S) e índice de perfilhamento (IPS) dos híbridos de sorgo granífero BRS 310 e DKB 599 consorciados com a *U. brizantha* cvs. Xaraés, Marandu e Piatã, *U. decumbens* (*Ud*) e *U. ruziziensis* (*Ur*) na safrinha, Rio Verde-GO, 2010⁽¹⁾.

Consórcio	Xaraés	Marandu	Piatã	<i>Ud</i>	<i>Ur</i>	Médias
REND (kg ha ⁻¹)						
BRS 310	3.012 Ab ^{*1}	2.630 Bc ^{*1}	3.976 Aa	4.112 Aa	3.130 Bb ^{*1}	3.372
DKB 599	2.827 Ad ^{*2}	3.621 Ab ^{*2}	3.263 Bc ^{*2}	3.909 Aa ^{*2}	3.801 Aa ^{*2}	3.484
Médias	2.919 d	3.125 cd	3.620 ab	4.011 a	3.465 bc	-
Monocultivos	-	BRS 310	-	-	DKB 599	-
	-	4.107 b	-	-	5.305 a	-
MMG (g)						
BRS 310	13,12	13,05	13,19	13,16	13,20	13,14 B
DKB 599	13,99	13,68	13,92	13,86	14,11	13,91 A
Médias	13,56	13,37	13,56	13,51	13,65	-
Monocultivos	-	BRS 310	-	-	DKB 599	-
	-	13,70 a	-	-	14,17 a	-
APS (m)						
BRS 310	1,09	1,09	1,08	1,09	1,12	1,09
DKB 599	1,05 ^{*2}	1,09	1,11	1,06	1,06	1,07
Médias	1,07	1,09	1,09	1,08	1,09	-
Monocultivos	-	BRS 310	-	-	DKB 599	-
	-	1,18	-	-	1,17	-
POP (x 1.000 pls ha ⁻¹)						
BRS 310	16,1	14,7 ^{*1}	18,7	18,0	14,4 ^{*1}	16,4
DKB 599	16,3 ^{*2}	17,2 ^{*2}	14,4 ^{*2}	15,8 ^{*2}	17,8	16,3
Médias	16,2	15,9	16,6	16,9	16,1	-
Monocultivos	-	BRS 310	-	-	DKB 599	-
	-	22,2	-	-	23,7	-
C/N (S)						
BRS 310	75 Aa	65 Aab	57 Bb	67 Aab	68 Aab	66
DKB 599	64 Bab	65 Aab	70 Aab	58 Ab	72 Aa	66
Médias	70	65	63	62	70	-
Monocultivos	-	BRS 310	-	-	DKB 599	-
	-	66	-	-	62	-
IPS (%)	-	BRS 310	-	-	DKB 599	-
Consórcio	-	3,0	-	-	2,8	-
Monocultivo	-	2,6	-	-	3,0	-

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna (híbridos de sorgo) e minúscula na linha (braquiárias) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^(*1), ^(*2): Médias diferem significativamente pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade em relação aos respectivos monocultivos dos híbridos de sorgo granífero BRS 310 e DKB 599.

existência de competição com as plantas de braquiária (Tabela 2). Mesmo não havendo diferença entre os híbridos no monocultivo, foram observadas menores populações do BRS 310 em associação com a *U. brizantha* cv. Marandu e *U. ruziziensis* e em todas as associações do DKB 599 em relação aos respectivos monocultivos, exceto com o consórcio com a *U. ruziziensis*. As reduções nas populações de plantas nesses tratamentos podem ter sido uma das causas da redução no rendimento de grãos do sorgo. Convém ressaltar que, neste caso, o perfilhamento do sorgo não contribuiu para compensar a menor população, visto que não houve efeitos para as fontes de variação testadas (Tabela 1).

Os valores médios da relação C/N do sorgo no consórcio apresentaram valores semelhantes aos do monocultivo (Tabela 2). Para o BRS 310, a maior relação C/N foi observada com a *U. brizantha* cv. Xaraés e a menor com a *U. brizantha* cv. Piatã. Já o DKB 599 teve o maior valor com a *U. ruziziensis* e o menor com a *U. decumbens*. Apesar desta variável ter sido analisada aos 131 dias após a colheita do sorgo, o que contribuiu para a decomposição da palhada e consequentemente maior relação C/N, os resultados obtidos são semelhantes aos de outros trabalhos de pesquisa com o sorgo BRS 800 (corte e pastejo), com valores de 55 a 100 para essa relação (Silva et al., 2009b). É importante frisar que maiores valores da relação C/N tornam-se vantajosos quando o objetivo é o aumento do tempo de permanência da palha na superfície do solo.

Cultura da braquiária

Na comparação dos híbridos de sorgo, constatou-se que o BRS 310 suprimiu a altura de plantas da *U. brizantha* cvs. Marandu e Piatã e da *U. ru-*

ziziensis, pois os valores foram inferiores ao DKB 599, o mesmo ocorrendo na média geral (Tabela 3). O oposto foi observado para a *U. decumbens* consorciada com DKB 599. Semelhança no porte das plantas das braquiárias em consórcio com os híbridos de sorgo foi constatada apenas para a *U. brizantha* cv. Xaraés. Isto demonstra as diferenças dos híbridos no tocante a competição de plantas em condições de consórcio com as diferentes espécies de braquiária.

Para o híbrido BRS 310, a *U. brizantha* cv. Xaraés foi a que apresentou a maior altura de plantas em consórcio, e o menor valor foi observado com a *U. ruziziensis* (Tabela 3). Já para o híbrido DKB 599, a maior altura foi observada com a *U. brizantha* cv. Piatã e a menor com a *U. decumbens*. Isto é justificado pelo porte das forrageiras, haja vista que resultados semelhantes foram observados na média geral e em monocultivo. Destaca-se que, no consórcio, as plantas de braquiária foram cortadas aos 96 dias após a colheita do sorgo. A rebrota das plantas, após esta data, permitiu um novo crescimento da forrageira, atingindo porte semelhante ao do monocultivo com apenas 35 dias após o corte, quando se realizou a medição da altura. Este fato comprova o potencial de uso da forrageira para pastejo em consórcio na entressafra, além da exploração da rebrota das plantas para produção de cobertura morta para o sistema de semeadura direta (Horvathy Neto et al., 2014; Silva et al., 2014).

De maneira geral, a análise do índice de perfilhamento permitiu constatar maior número de perfilhos para a *U. ruziziensis*, tanto em consórcio como em monocultivo (Tabela 3). Nestes dois sistemas de cultivo os menores valores foram constatados com a *U. brizantha* cv. Piatã, demonstrando a capacidade diferenciada de perfilhamento entre as espécies.

Tabela 3. Valores médios de altura de plantas (APB), índice de perfilhamento (IPB) e relação C/N (C/N-B) da *U. brizantha* cvs. Xaraés, Marandu e Piatã, *U. decumbens* (*Ud*) e *U. ruziziensis* (*Ur*) consorciadas com os híbridos de sorgo granífero BRS 310 e DKB 599 na safrinha, Rio Verde-GO, 2010⁽¹⁾.

Consórcio	Xaraés	Marandu	Piatã	<i>Ud</i>	<i>Ur</i>	Médias
APB (m)						
BRS 310	0,75 Aa	0,71 Bbc	0,70 Bc	0,74 Aab	0,64 Bd	0,71 B
DKB 599	0,75 Ac	0,81 Ab	0,86 Aa	0,48 Bd	0,76 Ac	0,73 A
Médias	0,75 b	0,76 b	0,78 a	0,61 d	0,70 c	-
Monocultivos	0,65 c	0,66 c	0,84 a	0,78 b	0,68 c	-
IPB						
BRS 310	14,00*	11,92*	9,08	14,17	16,25*	13,08
DKB 599	11,75*	10,50*	8,92	15,25	17,50*	12,78
Médias	12,88 abc	11,21 bc	9,00 c	14,71 ab	16,88 a	-
Monocultivos	21,50 b	23,42 ab	10,00 d	15,48 c	28,11 a	-
C/N (B)						
BRS 310	24,16	21,24	20,93	21,98*	23,14	22,29
DKB 599	24,98	19,81	21,46	21,99*	17,22*	21,09
Médias	24,57 a	20,53 b	21,20 b	21,98 ab	20,18 b	-
Monocultivos	25,84 ab	22,41 b	22,20 b	28,63 a	22,73 b	-

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna (híbridos de sorgo) e minúscula na linha (braquiárias) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^(*) Médias diferem significativamente pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade em relação aos respectivos monocultivos de braquiária.

O efeito do sombreamento ocasionado pelo sorgo em consórcio às plantas de braquiária pode ser comprovado pelos menores valores de perfilhamento na associação dos híbridos BRS 310 e DKB 599 com a *U. brizantha* cvs. Xaraés e Marandu e com a *U. ruziziensis* em relação aos respectivos monocultivos da forrageira (Tabela 3). Provavelmente, a maior interceptação da radiação solar pelas plantas de sorgo proporciona menor incidência de luz na parte basal das braquiárias (Taiz & Zeiger, 2010), suprimindo a indução do perfilhamento nas plantas.

No monocultivo, a relação C/N da *U. decumbens* foi superior à da *U. brizantha* cv. Marandu e Piatã e da *U. ruziziensis* (Tabela 3). A maior relação C/N, apresentada pela primeira espécie forrageira, é desejável, pois permite que a palhada permaneça por mais

tempo na superfície do solo. É interessante destacar que o consórcio ocasionou redução dessa relação para a *U. decumbens*, independentemente do híbrido, e da *U. ruziziensis* consorciada com o DKB 599.

A determinação da relação C/N foi realizada aos 131 dias após a colheita do sorgo para o monocultivo e apenas 35 dias do primeiro corte das plantas em consórcio, ou seja, na rebrota da braquiária. Nesta situação, há a presença de componentes menos lignificados, com maior proporção de folhas. Isto fez com que a relação C/N das espécies fosse inferior aos monocultivos e em relação a outros trabalhos de pesquisa com *U. decumbens* (Souza et al., 1999) e *U. ruziziensis* (Menezes & Leandro, 2004) e superiores com uso da *U. brizantha* cv. Marandu (Torres et al., 2005) e cv. Xaraés (Rodrigues et al., 2007).

A biomassa da braquiária oriunda da rebrota, aliada à maior relação C/N, uma vez dessecada, proporciona maior período de proteção ao solo contra erosão. Isto é fundamental no início do desenvolvimento da soja, visto que a cultura não apresenta cobertura efetiva do solo nesse período e a palhada exerceria supressão na emergência das ervas daninhas (Correia et al., 2007; Lima et al., 2014). Desta forma, a maior relação C/N da braquiária em consórcio, como observado para a *U. brizantha* cv. Xaraés em relação a *U. ruziziensis* (Tabela 3), possibilitaria maior tempo de permanência da biomassa seca na superfície do solo, viabilizando assim o sistema de semeadura direta nas áreas agrícolas dos cerrados.

Culturas do sorgo granífero e da braquiária

O consórcio de sorgo granífero com braquiária, em todas as associações, proporcionou maior rendimento de massa seca total em relação aos monocultivos de sorgo, sem diferenças para os respectivos monocultivos de braquiária (Tabela 4). Os maiores valores do consórcio se devem ao incremento substancial de biomassa da braquiária, proporcionado pelo crescimento das plantas na entressafra, após a colheita do sorgo, acrescido dos 35 dias da rebrota das plantas. É importante frisar a vantagem de se realizar dois cortes nas plantas de braquiária na entressafra, obtendo, consequentemente, duas produções de massa seca (forragem), ao passo que no monocultivo obteve-se somente uma, sem ter ainda a produção de grãos do sorgo. Neste sistema, o maior rendimento foi obtido com a *U. ruziziensis* e o menor com os híbridos de sorgo, como era esperado, visto que estes não tiveram crescimento (rebrota) na entressafra, por causa da limitação hídrica (Figura 1).

Em ambos os sistemas de cultivo, por causa da baixa precipitação na entressafra, após a colheita do sorgo (Figura 1), a produção de massa seca foi aquém do desejado para o sistema de semeadura direta (Machado & Assis, 2010), principalmente para a braquiária em monocultivo (Tabela 4). Neste caso, sugere-se adotar estratégias para aumento da produção de biomassa, como antecipação da época de implantação do consórcio na safrinha e/ou aumento da densidade de semeadura da braquiária. No entanto, há a necessidade de se avaliar estas estratégias de cultivo com o intuito de identificar possíveis reduções no rendimento de grãos de sorgo.

A associação de sorgo granífero com braquiária foi eficiente na produção de proteína bruta total, pois todos os tratamentos do consórcio foram superiores aos respectivos monocultivos de sorgo e braquiária, exceto para a *U. ruziziensis* (Tabela 4). Em geral, a *U. decumbens* foi a de maior rendimento de proteína bruta total, em função do maior rendimento de massa seca. Este fato comprova o potencial forrageiro da braquiária para uso nos sistemas agrícolas dos cerrados (Machado & Assis, 2010). Destaca-se ainda que, no consórcio, os resultados foram obtidos com o corte das plantas de braquiária aos 96 e aos 131 dias após a colheita do sorgo. Isto possibilitou a produção de massa seca e proteína bruta (forragem) em dois períodos distintos na entressafra, época em que as pastagens se encontram debilitadas na região Centro-Oeste.

Em geral, a cobertura do solo no consórcio foi maior com o híbrido DKB 599 em relação ao BRS 310, bem como para a *U. ruziziensis*, *U. brizantha* cv. Xaraés e *U. decumbens* (Tabela 4). Ainda neste sistema, a única associação que apresentou menor valor em relação ao respectivo monocultivo de sorgo foi a do DKB 599 com a *U. brizantha* cv. Piatã. Este re-

Tabela 4. Valores médios de rendimentos de massa seca (RMST) e proteína bruta total (RPBT), cobertura do solo (CS) e índice de equivalência de área (IEA) dos híbridos de sorgo granífero BRS 310 e DKB 599 consorciados com a *U. brizantha* cvs. Xaraés, Marandu e Piatã, *U. decumbens* (*Ud*) e *U. ruziziensis* (*Ur*) na safrinha, Rio Verde-GO, 2010⁽¹⁾.

Consórcio	Xaraés	Marandu	Piatã	<i>Ud</i>	<i>Ur</i>	Médias
RMST (kg ha ⁻¹)						
BRS 310	1.448 ^{*1}	1.177 ^{*1}	1.046 ^{*1}	1.407 ^{*1}	1.358 ^{*1}	1.287
DKB 599	1.374 ^{*2}	1.276 ^{*2}	1.238 ^{*2}	1.476 ^{*2}	1.415 ^{*2}	1.356
Médias	1.411 ab	1.226 bc	1.142 c	1.442 a	1.386 ab	-
Monocultivos						
	Xaraés	Marandu	Piatã	<i>Ud</i>	<i>Ur</i>	
	1.328 a	1.104 abc	968 bcd	1.279 ab	1.350 a	BRS 310 680 d DKB 599 825 cd
RPBT (kg ha ⁻¹)						
BRS 310	137 ^{*1}	123 ^{*1}	104 ^{*1}	166 ^{*1}	126 ^{*1,3}	131
DKB 599	123 ^{*2}	125 ^{*2}	104 ^{*2}	152 ^{*2}	169 ^{*1,3}	135
Médias	130 ab	124 ab	104 b	159 a	148 ab	-
Monocultivos						
	Xaraés	Marandu	Piatã	<i>Ud</i>	<i>Ur</i>	
	150 b	137 b	123 b	159 b	226 a	BRS 310 32 c DKB 599 44 c
CS (%)						
BRS 310	47,5 ^{*3}	45,0 ^{*3}	40,8 ^{*3}	46,7 ^{*3}	48,3 ^{*3}	45,7 B
DKB 599	50,8 ^{*3}	50,8 ^{*3}	42,5 ^{*2,3}	51,7	54,2 ^{*1}	50,0 A
Médias	49,2 a	47,9 a	41,7 b	49,2 a	51,3 a	-
Monocultivos						
	Xaraés	Marandu	Piatã	<i>Ud</i>	<i>Ur</i>	
	60,8 a	59,2 a	50,8 bcd	54,2 abc	58,3 ab	BRS 310 45,8 d DKB 599 50,0 cd
IEA						
BRS 310	1,47	1,39	1,55	1,73	1,34	1,50 A
DKB 599	1,20	1,36	1,09	1,33	1,30	1,26 B
Médias	1,34	1,38	1,32	1,53	1,32	-

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna (híbridos de sorgo) e minúscula na linha (braquiárias) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

(*1), (*2), (*3): Médias diferem significativamente pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade em relação aos respectivos monocultivos dos híbridos de sorgo granífero BRS 310 e DKB 599 e das braquiárias.

sultado provavelmente é atribuído à competição entre as espécies, o que ocasionou menor rendimento de grãos, como discutido anteriormente. No monocultivo, a maior cobertura do solo foi observada para a *U. brizantha* cvs. Xaraés e Marandu, e os menores

valores, como esperado, para os híbridos de sorgo por não terem crescimento após a colheita na entressafra.

Os resultados de massa seca e de cobertura do solo obtidos no monocultivo e no consórcio comprovam o potencial das braquiárias para produção de bio-

massa na entressafra. No Centro-Oeste, o início do período chuvoso e o aumento da temperatura no final de setembro e início de outubro (Figura 1) favorecem o crescimento da braquiária, aumentando a produção de biomassa e, conseqüentemente, a cobertura do solo (Timossi et al., 2007). Na avaliação do rendimento de massa seca do segundo corte (tratamentos do consórcio) e nos monocultivos de braquiária, a superfície do solo estava toda coberta pela biomassa, o que não ocorreu com os monocultivos do sorgo. Isto torna vantajoso para supressão de plantas daninhas (Lima et al., 2014) e proteção do solo contra erosão, proporcionando acréscimos no rendimento de grãos da soja cultivada em sucessão ao consórcio (Moraes et al., 2014).

O índice de equivalência de área permitiu comprovar, a partir de todas as associações de sorgo e braquiária, que o consórcio foi efetivo em produzir grãos e massa seca quando o sistema é implantado na safrinha (Tabela 4). Destacam-se os maiores valores observados para o híbrido BRS 310 em relação ao DKB 599, principalmente em associação com a *U. decumbens*, seguido da *U. brizantha* cv. Piatã, de maiores rendimentos de grãos, além da associação com a *U. brizantha* cv. Xaraés.

A partir dos resultados obtidos, pode-se destacar que a realização de dois cortes nas plantas de braquiária no consórcio permitiu a produção de massa seca e proteína bruta (forragem) em dois momentos: aos 96 e aos 131 dias após a colheita do sorgo, o que viabiliza a entrada de gado na área. Este fato permite ao produtor utilizar a área na entressafra, seja pela produção de forragem (pastagem) para obtenção de volumoso para a própria criação ou o uso da área para arrendamento. A oferta de forragem aos animais na entressafra, juntamente com complementação alimentar, evita a perda de peso ou até mesmo possibilita a engorda dos animais.

Caso o produtor opte para instalação da soja em sucessão ao cultivo de sorgo e braquiária, há a necessidade de se interromper o pastejo dos animais antes de se iniciar o período chuvoso. Isto é necessário para se aumentar a produção de biomassa para dessecação e formação de palhada. Assim o produtor estaria maximizando os ganhos com a atividade agrícola, explorando, de forma racional, o sistema de semeadura direta nos cerrados.

Portanto, comprovou-se a viabilização do uso do sorgo em consórcio com braquiárias para a produção de grãos e biomassa na entressafra. A realização de corte nas plantas de braquiária aos 96 dias após a colheita do sorgo, simulando um pastejo, possibilitou a rebrota das plantas, permitindo uma segunda produção de biomassa. Esta pode ser usada para formação de nova pastagem ou principalmente para a produção de palhada para implantação da cultura de verão, favorecendo assim o sistema de semeadura direta nos cerrados.

Conclusões

As associações do híbrido de sorgo granífero BRS 310 com *U. brizantha* cv. Piatã e *U. decumbens* apresentaram-se como as mais promissoras para produção de grãos na safrinha.

O híbrido de sorgo DKB 599, de maior potencial produtivo, foi mais sensível à competição com as espécies de braquiária no consórcio, com destaque para as associações com *U. decumbens* e *U. ruziziensis*.

O consórcio na linha com as espécies de braquiárias reduziu a população de plantas e o rendimento de grãos de sorgo na maioria das associações.

A realização de dois cortes nas plantas de braquiária, bem como o uso das espécies no consórcio,

permitiu a obtenção de maiores rendimentos de massa seca, proteína bruta total e cobertura do solo.

Referências

- CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C.; KLINK, U. P. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na eficácia de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da soja. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 1, p. 111-120, 2007. DOI: [10.1590/S0006-87052007000100014](https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000100014).
- HORVATHY NETO, A.; SILVA, A. G.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A.; ASSIS, R. L.; ROCHA, V. S. Consórcio sorgo e braquiária para produção de grãos e palhada na entressafra. **Agrária**, Recife, v. 7, p. 743-749, 2012. Suplemento. DOI: [10.5039/agraria.v7isa1908](https://doi.org/10.5039/agraria.v7isa1908).
- HORVATHY NETO, A.; SILVA, A. G.; TEIXEIRA, I. R.; COSTA, K. A. P.; ASSIS, R. L. Consórcio de sorgo granífero e braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem. **Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 132-141, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2832/pdf_147>. Acesso em: 13 maio 2017.
- LIMA, S. F.; TIMOSSI, P. C.; ALMEIDA, D. P.; SILVA, U. R. Weed suppression in the formation of brachiarias under three sowing methods. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 699-707, 2014. DOI: [10.1590/S0100-83582014000400004](https://doi.org/10.1590/S0100-83582014000400004).
- LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A.; BEUTLER, S. J.; ANJOS, L. H. C. Oxidizable carbon and humic substances in rotation systems with brachiaria/livestock and pearl millet/no livestock in the Brazilian Cerrado. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v. 11, n. 1, p. 217-231, 2013. DOI: [10.5424/sjar/2013111-3416](https://doi.org/10.5424/sjar/2013111-3416).
- MACHADO, L. A. Z.; ASSIS, P. G. G. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 4, p. 415-422, 2010. DOI: [10.1590/S0100-204X2010000400010](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000400010).
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- MENEZES, L. A. S.; LEANDRO, W. M. Avaliação de espécies de coberturas do solo com potencial de uso em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 3, p.173-180, 2004.
- MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S. B. C.; COSTA, S. E. V. G. A.; KUNRATH, T. R. Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, Frankfurt, v. 57, p. 4-9, 2014.
- RIBEIRO, M. G.; COSTA, K. A. P.; SILVA, A. G.; SEVERIANO, E. C.; SIMON, G. A.; CRUVINEL, W. S.; SILVA, V. R.; SILVA, J. T. Grain sorghum intercropping with *Brachiaria brizantha* cultivars in two sowing systems as a double crop. **African Journal of Agricultural Research**, Lagos, v. 10, n. 39, p. 3759-3766, 2015.
- RODRIGUES, R. C.; MOURÃO, G. B.; VALINOTE, A. C.; HERLING, V. R. Reservas orgânicas, relação parte aérea-raiz e C-N e eliminação do meristema apical no capim-xaraés sob doses de nitrogênio e potássio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 3, p. 505-514, 2007.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.
- SILVA, A. G.; BARROS, A. S.; SILVA, L. H. C. P.; MORAES, E. B.; PIRES, R.; TEIXEIRA, I. R. Avaliação de cultivares de sorgo granífero na safrinha no sudoeste do Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 168-174, 2009a.
- SILVA, A. G.; HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I. R.; COSTA, K. A. P.; BRACCINI, A. L. Seleção de cultivares

de sorgo e braquiária em consórcio para produção de grãos e palhada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 5, p. 2951-2964, 2015.

DOI: [10.5433/1679-0359.2015v36n5p2951](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n5p2951).

SILVA, A. G.; MORAES, L. E.; HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A. Consórcio sorgo e braquiária na entrelinha para produção de grãos, forragem e palhada na entressafra. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 5, p. 697-705, 2014. DOI: [10.1590/0034-737X201461050013](https://doi.org/10.1590/0034-737X201461050013).

SILVA, A. G.; MORAES, L. E.; HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A. Consórcio na entrelinha de sorgo com braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 3475-3488, 2013.

DOI: [10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl1p3475](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl1p3475)

SILVA, P. C. G.; FOLONI, J. S. S.; FABRIS, L. B.; TIRITAN, C. S. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. **Pesquisa Agropecuária**

Brasileira, Brasília, DF, v. 44, n. 11, p. 1504-1512, 2009b. DOI: [10.1590/S0100-204X2009001100019](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009001100019).

SOUZA C. N.; SOUZA I. F.; PASQUAL M. Extração e ação do sorgoleone sobre o crescimento das plantas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 2, p. 331-338, 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 5. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2010. 700 p.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007. DOI: [10.1590/S0006-87052007000400012](https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000400012).

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 609-618, 2005.

DOI: [10.1590/S0100-06832005000400013](https://doi.org/10.1590/S0100-06832005000400013).