

Nutrição e produtividade de híbridos de sorgo granífero de ciclos contrastantes consorciados com capim-marandu

Carlos Alexandre Costa Crusciol⁽¹⁾, Gustavo Pavan Mateus⁽²⁾,
Cristiano Magalhães Pariz⁽³⁾, Émerson Borghi⁽⁴⁾, Ciniro Costa⁽⁵⁾ e João Paulo Franco da Silveira⁽³⁾

⁽¹⁾Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Departamento de Produção Vegetal, Caixa Postal 237, CEP 18603-970 Botucatu, SP. E-mail: crusciol@fca.unesp.br ⁽²⁾Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Extremo-Oeste, Caixa Postal 67, CEP 16900-000 Andradina, SP. E-mail: gpmateus@apta.sp.gov.br ⁽³⁾Unesp, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Caixa Postal 560, CEP 18618-000 Botucatu, SP. E-mail: cmpzoo@gmail.com, joapaulo_franco@ig.com.br ⁽⁴⁾Embrapa Pesca e Aquicultura, Caixa Postal 237, CEP 77015-012 Palmas, TO. E-mail: emerson.borghi@embrapa.br ⁽⁵⁾Unesp, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, Caixa Postal 560, CEP 18618-000 Botucatu, SP. E-mail: ciniro@fmvz.unesp.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do consórcio com capim-marandu (*Urochloa brizantha*) na nutrição e produtividade de híbridos de sorgo granífero de ciclos contrastantes, em sistema plantio direto. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 2x2, com seis repetições. Os tratamentos consistiram de dois híbridos de sorgo granífero de ciclos contrastantes (P8118, ciclo médio; e P8419, ciclo precoce) e dois sistemas de cultivo (monocultivo e consórcio com capim-marandu na linha de semeadura), com semeadura no início de dezembro. Avaliou-se a nutrição, as características agrônomicas, os componentes da produção e a produtividade de matéria seca e grãos da cultura do sorgo. Com exceção do potássio e do enxofre, os teores foliares dos demais nutrientes foram adequados à cultura do sorgo granífero, em todos os tratamentos. O híbrido P8118 apresentou a maior produtividade de grãos e, após o consórcio, contribuiu para a maior produtividade de matéria seca da forragem de capim-marandu, no corte realizado em outubro. O cultivo consorciado com capim-marandu não afeta a nutrição e a produtividade de matéria seca e de grãos de sorgo, em comparação ao monocultivo, independentemente do ciclo do híbrido utilizado.

Termos para indexação: *Brachiaria brizantha*, *Sorghum bicolor*, *Urochloa brizantha*, integração lavoura-pecuária, nutrição mineral, teor foliar.

Nutrition and yield behavior of sorghum hybrids with contrasting cycles intercropped with Marandu grass

Abstract – The objective of this work was to evaluate the effect of the intercropping with Marandu grass on the nutrition and yield of sorghum hybrids with contrasting-cycle, in no-tillage system. It was used a randomized block experimental design in a factorial arrangement (2x2), with six replicates. The treatments consisted of two sorghum hybrids with contrasting cycles (P8118, medium cycle; and P8419, early cycle) and two crop systems (single and intercropped with Marandu grass in the seed row), with the seeding done in the early December. Nutrition, agronomic traits, production components, and dry matter and grain yields of the sorghum hybrids were evaluated. Except for potassium and sulphur, the leaf contents of the other nutrients were appropriate in all treatments for sorghum cropping. The hybrid P8118 had the highest grain yield and, after the intercropping, it contributed for the highest forage dry matter yield of Marandu grass in the cut performed in October. The intercropping of contrasting-cycle sorghum hybrids and Marandu grass does not affect sorghum nutrition, and dry matter and grain yields, in comparison with the single cropping, irrespectively of the hybrid cycle.

Index terms: *Brachiaria brizantha*, *Sorghum bicolor*, *Urochloa brizantha*, crop-livestock integration, mineral nutrition, leaf content.

Introdução

Em diversas regiões do mundo, a recuperação de áreas degradadas, a redução dos custos de produção e o uso intensivo da área, principalmente sob lavoura durante todo o ano, estão se tornando viáveis em razão da integração lavoura-pecuária (ILP) em sistema plantio

direto (SPD), com o cultivo de graníferas e a produção pecuária, com bons resultados socioeconômicos e ambientais (Allen et al., 2007; Franzluebbbers, 2007; Tracy & Zhang, 2008; Balbinot Júnior et al., 2009; Macedo, 2009; Carvalho et al., 2010).

Em áreas de lavoura com solo corrigido, além da sucessão e rotação de cultura anual-forrageira, é possível

o consórcio de culturas graníferas, como o sorgo, com espécies de capim do gênero *Urochloa*, o que apresenta vantagens como a antecipação da formação da pastagem e/ou palhada para o SPD (Kluthcouski et al., 2000). No entanto, o conhecimento do comportamento das espécies na competição por fatores de produção é importante para obtenção de produtividades satisfatórias de grãos e formação da pastagem, o que evita que a competição entre as espécies inviabilize o cultivo consorciado (Kluthcouski & Aidar, 2003).

Sistemas de ILP são mais sustentáveis do que sistemas de monocultura (Allen et al., 2007). Além disso, o cultivo consorciado tem sido mais eficiente do que o solteiro, em razão do uso mais eficiente da terra, do capital e do trabalho e pelo melhor aproveitamento dos recursos ambientais, como água, luz e nutrientes (Kluthcouski & Aidar, 2003).

Kluthcouski & Aidar (2003) avaliaram o comportamento da cultura do sorgo em consórcio com *Urochloa brizantha* (Syn. *Brachiaria brizantha*), sob SPD, e verificaram redução na produtividade de grãos inferior a 3%, em comparação ao monocultivo. No entanto, estudos sobre híbridos de sorgo e o comportamento de forrageiras no cultivo consorciado, em SPD, são pouco frequentes na literatura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do consórcio com capim-marandu (*U. brizantha*) na nutrição e produtividade de híbridos de sorgo granífero (*Sorghum bicolor*) de ciclos contrastantes, em sistema plantio direto.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no ano agrícola de 2003/2004, na Fazenda Experimental Lageado, da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp, Campus de Botucatu, SP, a 48°23'W, 22°51'S e à altitude de 765 m. O clima do tipo Cwa, conforme a classificação de Köppen, é tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso. A temperatura média anual é de aproximadamente 20°C, e a precipitação média anual é de 1.500 mm, com chuvas concentradas nos meses de outubro a março.

O solo da área experimental, classificado como Nitossolo Vermelho estruturado (Santos et al., 2006), foi manejado durante seis anos em SPD: 1997/1998, milho/aveia; 1998/1999, soja/milhosafriinha; 1999/2000, milho/aveia; 2000/2001, soja/aveia; 2001/2002, milho/aveia; e 2002/2003, milho/braquiária/milheto.

Os atributos químicos na camada de 0 a 0,20 m do solo, antes da instalação do experimento, foram: pH (CaCl₂) 4,8; 23 g kg⁻¹ de matéria orgânica (MO); 19 mg dm⁻³ de P (resina); 1,8 mmol_c dm⁻³ de K; 19 mmol_c dm⁻³ de Ca; 13 mmol_c dm⁻³ de Mg; 55 mmol_c dm⁻³ de H+Al, e 38% de saturação por bases (V).

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 2x2, com seis repetições. Os tratamentos foram constituídos de dois híbridos de sorgo granífero de ciclos contrastantes (P8118, ciclo médio; e P8419, ciclo precoce) e dois sistemas de cultivo (monocultivo e consórcio com *U. brizantha* cv. Marandu na linha de semeadura). Cada parcela foi constituída por dez linhas de 10 m de comprimento, espaçadas em 0,45 m. Para as avaliações foram consideradas as oito linhas centrais, tendo-se desprezado 1 m da extremidade de cada linha.

Conforme os resultados de análise da fertilidade do solo, realizou-se a calagem superficial, parcelada em duas vezes (15/9/2003 e 15/10/2003). O calcário dolomítico (PRNT = 72%) foi espalhado sobre o resíduo vegetal remanescente na área, na dose total de 4 Mg ha⁻¹, com o objetivo de elevar a saturação por bases para 70%, de acordo com as recomendações de Cantarella et al. (1997) para a cultura do sorgo granífero.

A semeadura do sorgo, em monocultivo e em consórcio com o capim-marandu, foi realizada em 2/12/2003, com população de aproximadamente 450 mil plantas por hectare. Para o capim-marandu, adotou-se a quantidade de 2,5 kg de sementes puras viáveis por hectare, com valor cultural (VC) de 32%. Essas sementes foram misturadas ao adubo momentos antes da semeadura, acondicionadas no compartimento de fertilizante da semeadora e depositadas à profundidade de 8 cm (Kluthcouski et al., 2000), portanto, abaixo da semente do sorgo. De modo geral, a emergência das plântulas de sorgo e de capim ocorreram em cinco e quinze dias após a semeadura, respectivamente.

A adubação mineral de semeadura para a cultura do sorgo granífero foi realizada de acordo com as recomendações de Cantarella et al. (1997): 230 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16. Aos 30 dias após a emergência do sorgo, procedeu-se à adubação nitrogenada de cobertura (70 kg ha⁻¹ de N, na forma de sulfato de

amônio), com uso de adubador de cobertura para semeadura direta.

No florescimento pleno das plantas de sorgo, foram realizadas amostragens de folhas em 30 plantas por parcela, conforme método proposto por Cantarella et al. (1997), para a determinação da diagnose foliar do estado nutricional das plantas de sorgo. As amostras foram moídas e, em seguida, os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B foram determinados de acordo com os métodos descritos por Malavolta et al. (1997).

No momento da colheita do sorgo (maio de 2004), avaliaram-se as seguintes características agrônômicas e produtivas: altura de planta (AP); comprimento da panícula (CP); diâmetro basal de colmo (DBC); produtividade de matéria seca de colmos e folhas (PMS); e massa de grãos por panícula (MGP), por meio da avaliação de 10 plantas ou panículas, escolhidas ao acaso, por parcela; estande final de plantas (EFP); número de panículas por hectare (NPha), obtido pela contagem do número de plantas e panículas nas duas linhas centrais, em oito metros de fileira de cada parcela; índice de panículas (IP) (divisão do NPha por EFP); massa de mil grãos ($M_{1.000}$), obtida pela coleta ao acaso e pesagem de oito amostras por parcela; e produtividade de grãos (PG), obtida nas quatro linhas centrais de cada parcela, por meio da determinação da massa dos grãos colhidos, extrapolada para quilogramas por hectare, a 13% de umidade.

Após a colheita de grãos do sorgo, em 15/7 e 17/10 de 2004, realizou-se a avaliação da produtividade de matéria seca da forragem (PMSF) do capim-marandu, com o corte da parte aérea das plantas a 0,25 m da superfície do solo, com roçadora mecânica manual, em 2 m² por parcela. O material coletado foi

seco em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, por 72 horas, e extrapolado para quilogramas por hectare.

Realizou-se a análise de variância a 5% de probabilidade e a comparação de médias pelo teste LSD, também a 5% de probabilidade, com uso do Sisvar (Ferreira, 2008).

Resultados e Discussão

Os teores foliares de N não foram influenciados pela interação entre híbridos e sistemas de cultivo. Verificaram-se teores superiores de N no híbrido P8419 e no monocultivo (Tabela 1). No entanto, os teores verificados no híbrido P8118 e no cultivo consorciado com capim-marandu foram superiores à faixa de 25–35 g kg⁻¹, relatada por Cantarella et al. (1997) como adequada para o desenvolvimento da cultura. O teor foliar de N, independentemente do tratamento, foi superior ao verificado por Mateus (2007) em sistemas de cultivo semelhantes.

A diminuição no teor de N observada no cultivo consorciado pode estar relacionada à grande exigência por este elemento de ambas as espécies cultivadas. Assim, o consórcio com gramíneas produtoras de grão e capim, em SPD, pode aumentar a exigência de N para o adequado crescimento da cultura principal, pois, além de ocorrer imobilização por microrganismos do solo, no processo de decomposição da cobertura morta, há também a imobilização do nutriente pelo capim (Severino et al., 2006).

No entanto, de acordo com os teores foliares verificados, o N não foi fator limitante no presente trabalho (Tabela 1). De maneira geral, o bom suprimento de N existente nesse solo é devido, provavelmente, ao uso constante de adubos nitrogenados nas culturas do

Tabela 1. Teores foliares de macro e micronutrientes, em híbridos de sorgo granífero em monocultivo e em consórcio com capim-marandu⁽¹⁾.

Fator de variação	----- (g kg ⁻¹) -----					----- (mg kg ⁻¹) -----					
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Híbrido											
P8118	40,6b	2,6	12,2	9,8a	5,0a	0,5	16,7	300,3a	32,2*	117,4*	30,8
P8419	46,7a	2,8	11,3	8,2b	3,9b	0,6	19,5	250,9b	32,5	117,7	27,3
Sistema de cultivo											
Monocultivo	45,9a	2,8	12,6	8,7	4,3b	0,6	19,5	274,8	32,6*	120,5*	26,1b
Consortiado	41,4b	2,6	10,9	9,3	4,6a	0,5	16,7	276,3	32,1	114,6	32,0a
CV (%)	7,2	13,4	16,3	8,3	7,9	22,3	25,7	15,4	7,1	5,7	21,3

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste LSD, a 5% de probabilidade. *Interação significativa híbrido x sistema de cultivo, a 5% de probabilidade.

milho e aveia, e do emprego da cultura da soja em rotação.

Os teores foliares de P, K e S não foram influenciados pela interação entre híbridos e sistemas de cultivo, tampouco pelo efeito isolado dos fatores. Entre estes nutrientes, apenas P apresentou teores na faixa considerada adequada para a cultura (Cantarella et al., 1997). De acordo com Silva et al. (2003), em solos cultivados com capim-marandu verificam-se menores teores de P nas frações pouco lábeis e maiores nas frações mais lábeis, de forma a favorecer a absorção do elemento pelas plantas.

Os teores foliares de S foram bastante inferiores aos 1,5–3,0 g kg⁻¹, considerados adequados por Cantarella et al. (1997) para a cultura do sorgo granífero. Assim, os teores de S presentes no solo e o fornecido pela decomposição da palhada dos cultivos anteriores não foram suficientes para nutrir adequadamente a cultura com este nutriente.

Os teores foliares de K se encontravam próximos ao limite inferior de 14 g kg⁻¹ relatados por Cantarella et al. (1997). Em razão da elevada quantidade de chuvas, tal nutriente pode ter lixiviado (Rosolem et al., 2002). Além disso, a cultura do sorgo granífero apresenta alta demanda de K, que é alocado preferencialmente nos colmos, o que diminui a translocação para as folhas.

O híbrido P8118 apresentou maior teor foliar de Ca e Mg (Tabela 1). Da mesma forma, o cultivo consorciado com capim-marandu elevou o teor foliar de magnésio. De acordo com Lange et al. (2006), uma grande produtividade de matéria seca pode ter efeito depressivo nos teores de Ca, em razão do efeito de diluição. No entanto, a aplicação de calcário, antes da implantação das culturas, proporcionou teores

superiores de Ca e dentro da faixa, de Mg, em todos os tratamentos.

Entre os teores foliares de micronutrientes, o de Cu não foi influenciado pelo efeito isolado dos fatores, nem por sua interação. O híbrido P8118 apresentou maior teor foliar de Fe, e o cultivo consorciado com capim-marandu elevou os teores foliares de B. Contudo, o cultivo consorciado reduziu os teores de Zn no híbrido P8118 (Tabela 2). Comportamento semelhante foi verificado nos teores de Mn, sem que tenha havido diferenças entre os híbridos. No entanto, independentemente do tratamento, as plantas encontravam-se bem nutridas de micronutrientes (Cantarella et al., 1997).

O híbrido P8419 apresentou maior altura de plantas (AP) (Tabela 3). No entanto, a AP do híbrido P8118 foi semelhante aos 1,51 m relatados por Flaresso et al. (2000) para o mesmo híbrido. Este resultado pode estar relacionado aos maiores teores foliares de N observados em P8419 (Fernandes et al., 1991) (Tabela 1). Oliveira et al. (2005) afirmam que a produtividade de matéria seca (PMS) do sorgo geralmente correlaciona-se à AP. No entanto, apesar de tal comportamento não ter sido verificado no presente trabalho, a PMS de cerca

Tabela 2. Desdobramento da interação entre os fatores híbridos e sistemas de cultivo, quanto aos teores foliares de Zn e Mn⁽¹⁾.

Híbrido	Zn (mg kg ⁻¹)		Mn (mg kg ⁻¹)	
	Monocultivo	Consortiado	Monocultivo	Consortiado
P8118	34,0Aa	30,4Bb	124,0Aa	110,7Ba
P8419	31,3Aa	33,7Aa	116,9Aa	118,4Aa

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem pelo teste LSD, a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Altura de plantas (AP), comprimento de panícula (CP), diâmetro basal de colmo (DBC), produtividade de matéria seca (PMS), estande final de plantas (EFP), número de panículas por hectare (NPha), índice de panículas (IP), massa de grãos por panícula (MGP) e produtividade de grãos (PG) de híbridos de sorgo granífero em monocultivo e em consórcio com capim-marandu⁽¹⁾.

Fator de variação	AP (m)	CP (cm)	DBC (mm)	PMS (kg ha ⁻¹)	EFP (plantas ha ⁻¹)	NPha (nº)	IP (%)	MGP (g)	PG (kg ha ⁻¹)
Híbrido									
P8118	1,56b	21,6a	9,03a	15.478	398.885	396.107	99,38a	17,4	6.191a
P8419	1,71a	19,9b	8,28b	14.958	455.551	442.588	97,01b	14,5	5.362b
Sistema de cultivo									
Monocultivo	1,63	20,2	8,28b	15.655	441.662	434.255	98,54	15,9	5.695
Consortiado	1,64	21,3	9,04a	14.780	412.774	404.441	97,85	16,0	5.458
CV (%)	2,1	8,1	9,1	15,5	22,0	22,4	2,4	24,2	13,0

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste LSD, a 5% de probabilidade

de 15 Mg ha⁻¹ pode ser considerada satisfatória, tendo sido semelhante às obtidas por Flaresso et al. (2000) e Mateus (2007), ambos com o híbrido P8118.

O híbrido P8118 foi superior quanto ao comprimento de panículas e diâmetro basal de colmo (DBC) (Tabela 3). Apesar da competição por nutrientes no cultivo consorciado com capim-marandu, as plantas de sorgo granífero apresentaram maior DBC em consórcio do que em monocultivo. Em todos os tratamentos, os valores deste atributo foram inferiores a 10 mm, o que é considerado um valor baixo. Possivelmente, os baixos teores foliares de K (Tabela 1), discutidos anteriormente, podem ter reduzido o DBC, já que a deficiência deste nutriente proporciona colmos mais finos nas culturas do milho e do sorgo granífero (Malavolta et al., 1997). Vale ressaltar que plantas com colmos mais finos possuem menor capacidade de translocação de água e nutrientes, e são mais suscetíveis ao acamamento. A maior AP e o menor DBC do híbrido P8419 são características muito propícias ao acamamento. Segundo Cantarella et al. (1997), o estande ideal para o sorgo granífero está entre 150 e 200 mil plantas por hectare. No entanto, a semeadura foi realizada para obtenção de uma população de aproximadamente 450 mil plantas por hectare. Em razão do maior efeito competitivo entre as plantas, tal prática pode ter causado a deficiência foliar observada de K e S (Tabela 1), bem como o baixo DBC das plantas.

O híbrido P8118 apresentou maior índice de panículas, com valores próximos a 100%. De acordo com Magalhães et al. (2000), o grau de perfilhamento está relacionado à disponibilidade de fotoassimilados de reserva na planta. O estande final de plantas (EFP) e o número de panículas por hectare (NPha) não foram influenciados pelos tratamentos.

O fato de o híbrido P8118 ter apresentado panículas mais compridas, possivelmente, se refletiu em maior número de grãos e, por consequência, em maior massa de grãos por panícula (MGP). Além disso, a massa de mil grãos (M_{1.000}) do híbrido P8118 (29,0 e 28,9 g em monocultivo e consorciado, respectivamente) foi superior à do híbrido P8419 (25,4 e 25,6 g em monocultivo e consorciado, respectivamente). Porém, a competição entre o capim-marandu e o sorgo granífero, no cultivo consorciado, não reduziu o tamanho da panícula. As alterações deste atributo na massa de grãos foi uma compensação entre os componentes de produção na planta de sorgo, com o limite de variação

na semente de 15 a 20% (Magalhães et al., 2000). Assim, possivelmente, pelo menor EFP e NPha, o tamanho da panícula foi superior no híbrido P8118. Este híbrido também apresentou a maior produtividade de grãos (PG). Estes resultados mostram que o efeito sinérgico entre o EFP, o NPha, a MGP e a M_{1.000} são os principais atributos relacionados à PG da cultura do sorgo.

Em concordância com os resultados de Kluthcouski & Aidar (2003), no presente trabalho não houve diferença na PG entre o monocultivo e o consórcio com capim-marandu. Esses autores afirmaram que a cultura do sorgo granífero apresenta grande poder competitivo, e que seu cultivo consorciado com gramíneas forrageiras pode ser simultâneo, sem a necessidade da aplicação de herbicidas gramínicidas para controlar o crescimento do capim.

Independentemente do tratamento, a PG foi acima de 5.300 kg ha⁻¹. Tal resultado é bastante satisfatório, em comparação aos 4.000 e 3.917 kg ha⁻¹ obtidos por Kluthcouski & Aidar (2003), em monocultivo e em consórcio com capim-marandu, respectivamente, com o híbrido precoce (BR 700), durante duas safras agrícolas, em diferentes regiões do Brasil. Os melhores resultados obtidos no presente trabalho podem ser atribuídos às boas condições climáticas prevaletentes durante o ciclo vegetativo da cultura.

A produtividade de matéria seca da forragem do capim-marandu, após a colheita do sorgo, foi superior na segunda época de avaliação (17/10/2004) em comparação à primeira época (15/7/2004), independentemente do híbrido utilizado no consórcio (Tabela 4). Tais resultados podem ser explicados pelas melhores condições climáticas na segunda época, especialmente pluviosidade, temperaturas e fotoperíodo mais elevados, favoráveis ao desenvolvimento de gramíneas forrageiras tropicais (Müller et al., 2002). Na primeira época, a PMSF do capim-marandu não foi influenciada pelo híbrido utilizado. Na segunda época,

Tabela 4. Produtividade de matéria seca (kg ha⁻¹) da forragem (PMSF) do capim-marandu em duas épocas de avaliação, após o consórcio com híbridos de sorgo granífero⁽¹⁾.

Híbrido	15/7/2004	17/10/2004
P8118	6.089Ba	10.417Aa
P8419	5.300Ba	8.630Ab
CV (%)	14,7	11,1

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem pelo teste LSD, a 5 % de probabilidade.

o capim-marandu apresentou maior PMSF quando consorciado com o híbrido P8118, possivelmente pela menor competição deste com o capim ao longo do consórcio.

A PMSF acima de 5.000 kg ha⁻¹ observada na primeira época de avaliação (julho) pode ser considerada satisfatória. Na segunda época, tal produtividade foi superior a 8.000 kg ha⁻¹. Esta PMSF mostra a viabilidade do consórcio do sorgo com o capim-marandu, pois refere-se à produção de alta quantidade de forragem durante a entressafra, no período de maior escassez de forragem (meados de inverno/início de primavera). Além disso, a ILP avaliada não reduziu a produtividade de grãos de sorgo (Tabela 3) e, após o segundo corte da forragem, ainda permitiu, com o rebrote do capim, a formação de palhada para continuidade do sistema plantio direto.

Conclusão

O cultivo do sorgo consorciado com o capim-marandu não afeta a nutrição, a adaptação e a produtividade de matéria seca e de grãos da cultura do sorgo e permite boa produção de matéria seca de forragem, o que possibilita o consórcio entre as espécies, independentemente do ciclo do híbrido utilizado.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo apoio financeiro e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão de bolsas de produtividade.

Referências

- ALLEN, V.G.; BAKER, M.T.; SEGARRA, E.; BROWN, C.P. Integrated irrigated crop-livestock systems in dry climates. *Agronomy Journal*, v.99, p.346-360, 2007.
- BALBINOT JÚNIOR, A.A.; MORAES, A. de; VEIGA, M. da; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de área agrícolas. *Ciência Rural*, v.39, p.1925-1933, 2009.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C.E.O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p.43-71. (IAC. Boletim técnico, 100).
- CARVALHO, P.C. de F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. de; SOUZA, E.D. de; SULC, R.M.; LANG, C.R.; FLORES, J.P.C.; LOPES, M.L.T.; SILVA, J.L.S. da; CONTE, O.; WESP, C.L.; LEVIEN, R.; FONTANELI, R.S.; BAYER, C. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v.88, p.259-273, 2010.
- FERNANDES, V.L.B.; NUNES, L.A.P.; MARIO FILHO, M.; SOUZA, V.L.; FERNANDES, M.B. Absorção e utilização de nitrogênio em planta de sorgo cultivado em solução nutritiva. *Ciência Agrônômica*, v.22, p.89-96, 1991.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, v.6, p.36-41, 2008.
- FLARESSO, J.A.; GROSS, C.D.; ALMEIDA, E.X. de. Cultivares de milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) para ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, p.1608-1615, 2000.
- FRANZLUEBBERS, A.J. Integrated crop-livestock systems in the Southeastern USA. *Agronomy Journal*, v.99, p.361-372, 2007.
- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.407-441.
- KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P. de; COSTA, J.L. da S.; SILVA, J.G. da; VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; MAGNABOSCO, C. de U. **Sistema Santa Fé: tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 38).
- LANGE, A.; CARVALHO, J.L.N.; DAMIN, V.; CRUZ, J.C.; GUILHERME, L.R.G.; MARQUES, J.J. Doses de nitrogênio e de palha em sistema plantio direto de milho no Cerrado. *Revista Ceres*, v.53, p.171-178, 2006.
- MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.133-146, 2009.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; SCHAFFERT, R.E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 46p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 3).
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.
- MATEUS, G.P. **Doses de nitrogênio na cultura do milho e do sorgo em consórcio com forrageiras**. 2007. 149p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- MÜLLER, M. dos S.; FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D.; GARCIA y GARCÍA, A.; LÓPEZ OVEJERO, R.F. Produtividade do *Panicum maximum* cv. Mombaça irrigado, sob pastejo rotacionado. *Scientia Agricola*, v.59, p.427-433, 2002.
- OLIVEIRA, R. de P.; FRANÇA, A.F. de S.; RODRIGUES FILHO, O.; OLIVEIRA, E.R. de; ROSA, B.; SOARES, T.V.; MELLO, S.Q.S. Características agrônômicas de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor*

(L.) Moench.) sob três doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, p.45-53, 2005.

ROSOLEM, C.A.; CALONEGO, J.C.; FOLONI, J.S.S. Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.355-362, 2002.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; OLIVEIRA, J.B. de; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SEVERINO, F.J.; CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. II-Implicações sobre as espécies forrageiras. **Planta daninha**, v.24, p.45-52, 2006.

SILVA, M.A. da; NÓBREGA, J.C.A.; CURI, N.; SIQUEIRA, J.O.; MARQUES, J.J.G. de S. e M.; MOTTA, P.E.F. Frações de fósforo em Latossolos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1197-1207, 2003.

TRACY, B.F.; ZHANG, Y. Soil compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within an integrated crop-livestock system in Illinois. **Crop Science**, v.48, p.1211-1218, 2008.

Recebido em 30 de junho de 2010 e aprovado em 22 de julho de 2011