

MANEJO DE GRAMÍNEAS CULTIVADAS EM FORMA EXCLUSIVA E CONSORCIADA COM *Brachiaria ruziziensis* E EFICIÊNCIA DO NITROGÊNIO APLICADO EM COBERTURA

WALDO ALEJANDRO RUBEN LARA CABEZAS¹

¹Pesquisador Científico nível VI, Polo Regional Noroeste Paulista, Votuporanga, SP, Brasil, waldolar@terra.com.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.10, n.2, p. 130-145, 2011

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi quantificar a eficiência de N-recuperado do sulfato de amônio (SA) aplicado em cobertura, nas gramíneas cultivadas em forma exclusiva, avaliar o desempenho de milho, milheto e sorgo granífero em sistema de manejo exclusivo e consorciado com *Brachiaria ruziziensis* e a produção de massa de matéria seca de ambos os sistemas de manejo. O experimento foi conduzido durante a safra de 2007/2008, em Argissolo Vermelho, eutrófico, a moderado, textura arenosa, no Polo Regional Noroeste Paulista, em Votuporanga, SP, Brasil. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em triplicata, composto de seis tratamentos de cultura-manejo. Cada repetição foi composta de sete fileiras de plantas com 15 m de comprimento. Foi avaliada a eficiência de N-recuperado do SA aplicado na dose de 80 kg.ha⁻¹ de N em cobertura, parcelado em duas vezes iguais, nas gramíneas manejadas de forma exclusiva, a produtividade de grãos e a produção de massa de matéria seca na colheita, das gramíneas manejadas de forma exclusiva e consorciada. O milheto foi mais eficiente na recuperação do N-SA em relação a milho e sorgo, no primeiro parcelamento de cobertura nitrogenada, sendo similar para as três gramíneas após a aplicação do segundo parcelamento. A maior proporção do N-fertilizante foi determinada na parte aérea do milheto e nos grãos na cultura de milho. O sorgo apresentou distribuição similar entre a parte aérea e os grãos. A produtividade de grãos das gramíneas milho, milheto e sorgo não foi afetada pela presença da pastagem consorciada. As culturas com maior desenvolvimento vegetativo (milho e milheto) inibiram o desenvolvimento da *B. ruziziensis*. O menor desenvolvimento vegetativo do sorgo favoreceu o maior desenvolvimento da pastagem consorciada. O manejo em consórcio aumenta efetivamente a cobertura de solo, importante para regiões com outono/inverno seco.

Palavras-chave: *Zea mays*, *Sorghum bicolor*, *Pennisetum americanum*, ¹⁵N-sulfato de amônio.

MANAGEMENT OF SOLE AND INTERCROPPED GRASS CROPS WITH *Brachiaria ruziziensis* AND EFFICIENCY OF SIDEDRESS NITROGEN

ABSTRACT - This work aimed to quantify the efficiency of N-recovered from ammonium sulfate (AS) applied to the grasses grown on an exclusive basis in sidedressing, to evaluate the performance of maize, pearl millet and sorghum in single-crop and intercropped management systems with *Brachiaria ruziziensis*, and dry matter production of both management systems. An experiment was carried out at the Polo Regional Noroeste Paulista, located in Votuporanga, São Paulo State, Brazil, during the 2007/2008 season in a moderate eutrophic Argisol of sandy texture. The experiment was set up in randomized blocks design, in triplicate, consisting of six treatments (crop-management). Each replicate consisted of seven 15 m long plant rows. The efficiency of the N-recovered from AS applied at a rate of 80 kg.ha⁻¹ N split in two equal times in grasses managed exclusively, grain yield and production of dry matter at harvest of single and intercropped grasses were evaluated. The millet was more efficient in recovering the N-AS compared to maize and sorghum at the first part of nitrogen fertilization, being similar for all three grasses after applying the second parcel. The largest proportion of fertilizer-N was observed in shoots of millet and grains in maize. On the other hand, sorghum showed a similar distribution between shoots and grains. Grain yield of maize, millet and sorghum was not affected by the intercropping with pasture. Crops with greater plant growth (maize and millet) inhibited the development of *B. ruziziensis*. The lowest vegetative growth of sorghum favored the highest dry matter yield of the pasture. The management of the intercropping effectively increases the soil covering, important in regions with dry autumn/winter.

Key words: *Zea mays*, *Sorghum bicolor*, *Pennisetum americanum*, ¹⁵N-ammonium sulfate.

De acordo com dados publicados no Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo, Brasil (São Paulo, 2008), a agricultura regional do Noroeste Paulista (SP) está concentrada na produção bovina mista de carne e leite (mais de 80% das unidades de produção agropecuárias) e na crescente participação da cana-de-açúcar (40%). Isso está mostrando uma alta vulnerabilidade da agricultura regional quanto a alternativas de renda.

De fato, Votuporanga, SP, Brasil, representou apenas 2,6% da área de milho, na safra 2009/2010 do estado, com uma média estimada de 5.593 kg.ha⁻¹ de grãos. Muito menos expressiva é a produção de sorgo granífero e milheto, com superfície de 173,0 e 39,8 ha, respectivamente, segundo São Paulo (2008), sendo cultivados principalmente na safrinha.

A restrição de água durante 4,5 meses no ano, aliada a altas temperaturas na região, a baixa fertilidade de solos arenosos e a falta da capacitação técnica do produtor, refratário às mudanças e de idade avançada, são limitantes para a produção técnico-econômica de grãos na região, como assinala Fancelli (2007).

Na região oeste do Estado de São Paulo e na maior parte do Brasil Central, segundo Borghi (2007), o insucesso das culturas de safrinha, em muitas áreas dessas regiões, é determinante para que fiquem ociosas durante sete meses do ano e com baixa cobertura vegetal.

O cultivo consorciado de culturas como o milho (*Zea mays* L.), arroz (*Oryza sativa* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L.) e milheto [*Pennisetum americanum* (L.) Leeke] com plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*, *Panicum* e *Andropogon* proporciona aumento da disponibilidade de forragem em plena estação seca, com valor nutritivo suficiente para a manutenção nutricional dos rebanhos, podendo

até promover ganho de peso e produção de palhada sem a necessidade de sementeira de plantas de cobertura no inverno/primavera (Maia et al., 2000).

Os sistemas de cultivo consorciado possibilitam colheita de grãos durante o período necessário para o estabelecimento da forrageira, redução do custo do estabelecimento sem prejudicar a eficiência da implantação da forrageira e o custo do estabelecimento da pastagem fica limitado ao custo da semente. Outros benefícios são maior eficiência no controle da erosão, produção antecipada da forrageira, controle de plantas daninhas e agregação de nitrogênio ao solo, através das leguminosas forrageiras (Abreu et al., 2005).

Essa prática está de acordo com o programa ABC, inserido no Plano de Safra 2010/2011, dentro do conjunto de ações que visam à implantação de alternativas tecnológicas para minimizar os gases de efeito estufa, recuperando pastagens degradadas, e a implantação do sistema plantio direto (SPD), com desdobramento para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). Diversos autores concordam sobre as vantagens de cereais consorciados com capins sem afetar a cultura granífera e favorecendo a forrageira após a colheita de grãos, em virtude da adubação residual (Zanine et al., 2006; Borghi & Crusciol, 2007).

É importante procurar alternativas de renda em SPD, consagrado para a agricultura tropical, priorizando a cobertura do solo permanente, pela utilização de gramíneas com resistência à decomposição de seus resíduos, privilegiando o sistema consorciado de culturas, para um melhor aproveitamento da água de chuva.

O milho e o sorgo com finalidade forrageira, segundo Alvarenga et al. (2010), exercem maior poder de competição sobre outras espécies, pela interceptação da luz e pelo sombreamento, favorecendo sua utilização em consórcio com capins.

Consórcios de milho e sorgo com capim *Brachiaria brizantha*, segundo resultados de Kluthcouski & Aidar (2003), demonstraram a capacidade de essas culturas apresentarem produção semelhante de grãos em sistemas consorciados e solteiros.

No estabelecimento de capim-tanzânia com o milho consorciado, Maia et al. (2000) verificaram que o rendimento de massa de matéria seca (MMS) da consorciação foi superior ao do capim-tanzânia cultivado de forma exclusiva e com qualidade da forragem equivalente.

Portes et al. (2000) observaram que o consórcio de milho, sorgo, milho e arroz com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu mostrou-se viável na recuperação de pastagens degradadas, afetando o crescimento da mesma após a colheita dos cereais, com rápida recuperação, podendo ser utilizada 70 dias após a colheita dos mesmos.

Mateus (2007), avaliando o cultivo exclusivo e consorciado de milho e sorgo com *B. brizantha* e *P. maximun*, aplicando-se doses de 0, 50, 100 e 200 kg.ha⁻¹ de N, não observaram diferenças na produtividade de grãos, sem interferência na nutrição das plantas.

Em geral, as gramíneas apresentam alta resposta a adubação nitrogenada e na região são escassas as informações sobre a eficiência de fertilizantes nitrogenados e ainda mais restritas sobre o conhecimento de resposta de diferentes gramíneas a esses insumos. Campos (2004), citando diversos autores indica que a recuperação dos fertilizantes nitrogenados sob condições de campo varia de 30 a 90%, sendo que parte do nitrogênio (N) remanescente pode ser recuperado pela cultura subsequente, incorporado à matéria orgânica, perdido por lixiviação, denitrificação e volatilização ou retido pela biomassa do solo, através do processo de imobilização temporária.

O trabalho teve por objetivos quantificar a eficiência de recuperação de N-AS, aplicado em cobertura, em três culturas graníferas (milho, milho e sorgo), cultivadas em sistema exclusivo, comparar a produção de grãos dessas culturas em sistema exclusivo e consorciado com *Brachiaria ruziziensis* e estimar a produção de MMS de ambos os sistemas de manejo.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Polo Regional Noroeste Paulista, Votuporanga, SP, Brasil, entre agosto de 2007 e abril de 2008, em Argissolo Vermelho, eutrófico, A moderado, textura arenosa, teor de argila de 88 g dm⁻³ na camada de 0 a 20 cm (Embrapa, 1999). Este trabalho analisa os resultados da safra 2007/2008, sendo parte de um estudo mais amplo desenvolvido entre a safra 2007 e a safra 2008, para avaliar o desenvolvimento técnico-econômico de três gramíneas (milho, sorgo e milho) cultivadas em sistema exclusivo e consorciado com *Brachiaria*. Os registros de pluviosidade e temperaturas máximas e mínimas efetuados durante a safra 2007/2008 se observam na Figura 1.

Foram realizadas duas coletas de solo, antes e após a correção do mesmo, em maio de 2006 e agosto de 2007, respectivamente. Durante os meses de maio a julho de 2007, foram aplicados 300 kg.ha⁻¹ de superfosfato simples e 400 kg.ha⁻¹ de gesso agrícola em área total na superfície, com posterior incorporação à camada de 35 a 40 cm de profundidade, com a utilização de arado de aivecas, que também teve a finalidade de descompactar a camada superficial e subsuperficial de solo. Foi necessário tomar essa medida devido à alta infestação de plantas daninhas,

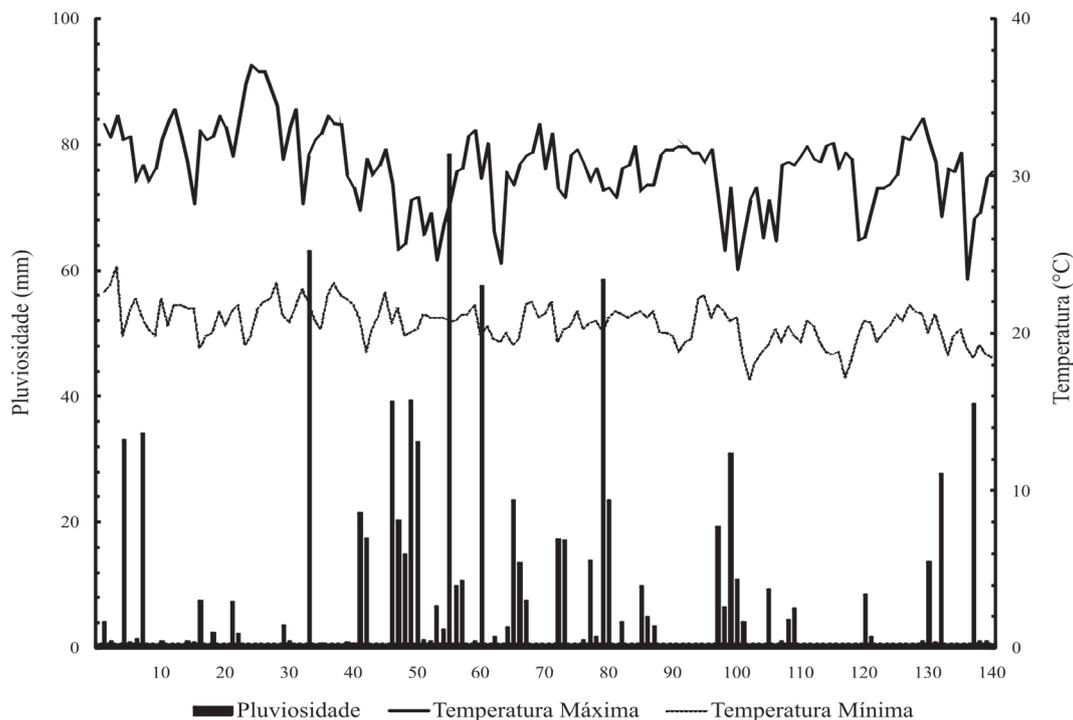


FIGURA 1. Distribuição da pluviosidade e temperaturas máximas e mínimas durante o período da safra 2007/2008. Votuporanga, SP, Brasil.

solo compactado após medida de penetrometria e por ocorrência de estresse hídrico nas plantas na presença de veranico e baixas produtividades de milho observadas em safras anteriores, inferiores a $6.000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de grãos. Posteriormente, foi passada grade niveladora e refeitas as curvas de nível. A caracterização química nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm de profundidade (Tabela 1) foi realizada nas duas épocas, a partir de 15 amostras simples, segundo método proposto por Rajj et al. (2001), no Laboratório de Fertilidade de Solos do Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, SP, Brasil.

Em 08/10/2007, a área foi semeada com milho ADR 300 (Sementes Adriana), a lanço, na dose de $10 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e incorporada com grade, sem aplicação de fertilizante, visando à formação de cobertura morta antes da semeadura das culturas

de verão. No dia anterior à dessecação do milho, efetuada em 22/11/2007, com $1 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ de glyphosate, foi amostrado material vegetativo, para a determinação de produção de MMS, utilizando-se quadrante de $0,5 \times 0,5 \text{ m}$, com vinte repetições ao acaso, em área total. Em média, houve uma produção de $4.200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MMS, representando cobertura de 80% da área. A MMS determinada no dia anterior à semeadura das gramíneas (10/12/2007) diminuiu para um valor médio de $1.540 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. A MMS foi determinada pela secagem do material em estufa, com circulação forçada de ar a $\pm 65 \text{ }^\circ\text{C}$ até massa constante.

Sobre a palha de milho residual, foram semeados, com plantadeira de plantio direto, plantográfica de sete linhas Jumil Exacta 2900, milho híbrido simples 30F80 (Pioneer), milho híbrido ADR 7010 (Sementes Adriana) e sorgo

TABELA 1. Caracterização química das camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade, antes e depois da correção da área experimental.

Profundidade (cm)	pH (CaCl ₂)	P (resina)	S	K	Ca	Mg	CTC	V	MO
		----mg.dm ⁻³ ---	-----mmol _c .dm ⁻³ -----				%	g.dm ⁻³	
Antes da correção									
00-20	5,4	26	1,0	1,7	18	8	41,0	68,0	15,0
20-40	5,2	14	8,0	1,5	15	7	39,9	59,0	13,0
Depois da correção									
00-20	5,4	35	10,0	3,1	25	11	53,9	73,0	15,0
20-40	5,3	18	13,1	2,1	23	11	54,3	66,0	13,0
Limites ¹	Média	Médio	Médio	Médio	Alto	Alto	-	Média	Arenoso

¹Limites para as camadas após a correção, estabelecidos por Raij et al. (1997).

granífero híbrido simples superprecoce 85G79, sem tanino condensado (Pioneer), em manejo exclusivo e consorciado com *Brachiaria ruziziensis* R. Germ. & Evrard, valor cultural de 35%. O milho, o milheto e o sorgo foram semeados com espaçamento de 0,8, 0,4 e 0,4 m, numa densidade projetada de 70.000, 250.000 e 150.000 sementes.ha⁻¹, respectivamente, em profundidade de 2 a 3 cm. Todas as sementes foram previamente tratadas com fungicida (tratamento padrão da marca comercial). Como adubação de base, foram utilizados, comuns às três gramíneas, 400 kg.ha⁻¹ [da formulação 10:10:10] + fritas BR-12, composta de ureia, superfosfato triplo e simples e cloreto de potássio. Nos tratamentos das gramíneas consorciadas, foram utilizados 12 kg.ha⁻¹ de sementes de *Brachiaria*, semeadas numa única fileira, nas entrelinhas das culturas, incorporadas a 2 cm, sem adubação, em 27/12/2007, 16 dias após a semeadura das gramíneas. O experimento foi estabelecido em blocos casualizados, em triplicata, composto de seis tratamentos de cultura-manejo. Cada repetição foi composta de sete fileiras de plantas com 15 m de comprimento. Foram efetuados dois parcelamentos de cobertura nitrogenada para os seis

tratamentos de 40 kg.ha⁻¹ de N-AS, em 02/01/2008, em faixa superficial, na entrelinha, no estádio de quatro a cinco folhas da cultura de milho, e em 16/01/2008, no estádio de sete a oito folhas do milho. A opção por SA foi para aumentar o efeito sinérgico de enxofre (S) e N na planta, como assinalam Maximo et al. (2005), devido ao baixo teor de S neste tipo de solo. Em virtude da quantidade e do enriquecimento disponível à época da aplicação da fonte SA-¹⁵N, somente nas repetições das culturas manejadas de forma exclusiva foram instaladas microparcels de 1,5 m, compostas da faixa de fertilizante e as duas linhas adjacentes de plantas, onde foi substituído o fertilizante comercial por produto enriquecido com ¹⁵N. Nas repetições da cultura de milho, foi utilizado SA com 10,1% em abundância de átomos de ¹⁵N, e, no sorgo e no milheto, SA com 3,7% em abundância de átomos de ¹⁵N, evitando-se o manuseio desnecessário, para uniformizar o enriquecimento em ¹⁵N da fonte que requereria uso de laboratório. Para cada cultura, foram instaladas três repetições de cada parcelamento, totalizando seis microparcels. Previamente à colheita, foi retirada a parte aérea das plantas (parte aérea + espigas ou panículas), dentro

de cada microparcela, no metro linear central da mesma, cortadas a 5 cm de altura, contabilizadas e, posteriormente, trituradas, homogeneizadas e retiradas para secagem em estufa com circulação forçada de ar a $\pm 65^\circ\text{C}$ até massa constante, para a determinação da MMS. Amostras de palha e grãos foram separadas para envio ao Laboratório de Isótopos Estáveis do CENA/USP, Piracicaba, SP, Brasil, para análise dos teores de N e de ^{15}N , mediante espectrometria de massa conforme método descrito em Barrie & Prosser (1996). O N-recuperado nas gramíneas, proveniente do fertilizante (Nppf), foi calculado utilizando-se o método de diluição isotópica segundo as expressões (1) e (2):

$$\text{Nppf (\%)} = [(A - C)/(B - C) \times 100] \times 2 \quad (1)$$

$$\text{Nppf (kg.ha}^{-1}\text{)} = (\text{Nppf (\%)} / 100) \times \text{N-total (kg.ha}^{-1}\text{)} \quad (2)$$

em que:

A = concentração de ^{15}N (% em abundância de átomos de ^{15}N) do grão e parte aérea, B = concentração de ^{15}N do fertilizante e C = concentração isotópica natural na planta (0,370% de átomos em ^{15}N), respectivamente, e N-total = quantidade de N na parte aérea e grãos da planta, em kg.ha^{-1} . Como o fertilizante marcado foi aplicado na entrelinha de duas fileiras de plantas, cada fileira de plantas adjacentes tem a probabilidade de absorver 50% do fertilizante marcado e 50% do fertilizante comercial não marcado, pelo que o fator 2 corrige para 100% a absorção pela planta do fertilizante marcado, se tivesse sido aplicado em entrelinhas adjacentes, como assinalado por Campos (2004).

A eficiência de recuperação (E) do N-fertilizante (%) foi determinada pela expressão:

$$E (\%) = [\text{Nppf (kg.ha}^{-1}\text{)} / \text{Nfa (kg.ha}^{-1}\text{)}] \times 100 \quad (3)$$

em que Nfa corresponde ao N-fertilizante aplicado.

A eficiência de conversão de nitrogênio (ECN) foi calculada segundo descrito em Freitas et al. (2005) e expressa em kg.kg^{-1} (expressão 4):

$$\text{ECN} = \text{kg de MMS produzida} / \text{kg de N aplicado} \quad (4)$$

No estágio de florescimento de milho, em 15/02/2008, foi efetuada a amostragem foliar das gramíneas, 63 dias após a emergência, em ambos os sistemas de manejo, coletando-se a folha inferior oposta à espiga, na cultura de milho (Malavolta et al., 1997), folha na posição mediana da planta, para o sorgo e para o milheto (Coelho et al., 2002). Foram coletadas 15 folhas de cada gramínea, em triplicata, lavadas e secadas em estufa com circulação forçada de ar a $\pm 65^\circ\text{C}$ até massa constante. Posteriormente foram encaminhadas ao Laboratório Unithal, Campinas, SP, Brasil, para a determinação da concentração de macronutrientes primários e secundários.

Em 23/04/2008, em quatro fileiras de plantas de 10 m de comprimento de cada repetição, foram colhidas espigas limpas de milho e as panículas de sorgo e milheto, com correção de umidade para 130 g.kg^{-1} . Por ocasião da colheita, foram contabilizadas as plantas efetivas com presença de espiga e panícula, em triplicata de cada tratamento, em três fileiras de plantas de 15 m cada. As panículas foram beneficiadas para a separação dos grãos. Nessa data, foi efetuada amostragem de fitomassa da parte aérea residual das gramíneas cultivadas em forma exclusiva e consorciada e de *Brachiaria*, sendo utilizado quadrante de 0,5 x 0,5 m para determinar a produção de MMS.

A avaliação das variáveis com as culturas

manejadas de forma exclusiva, da população efetiva de plantas e de produtividade para cada cultura entre sistemas de manejo foi efetuada pela análise de variância em delineamento de blocos casualizados e as médias comparadas pelo teste de t (Student), ao nível de probabilidade de 0,05. Os teores foliares e a MMS residual, por ocasião da colheita de grãos, foram avaliados em esquema fatorial 3 x 2 (três gramíneas e dois sistemas de manejo) e as médias, comparadas pelo teste de t (Student), ao nível de probabilidade de 0,05.

Resultados e Discussão

Verifica-se, na Tabela 1, que houve melhoria nos atributos químicos de solo (P, K, S, Ca e Mg) e, conseqüentemente, na CTC e V% em ambas as camadas corrigidas. Cabe salientar o aumento nos valores de $S-SO_4^{2-}$, pela aplicação do gesso agrícola, em relação ao teor original: de 1,0 e 8,0 mg.dm⁻³, nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, respectivamente, para 10,0 e 13,1 mg.dm⁻³, após a correção, o que contribuiu também para o aumento no teor de cálcio.

A semeadura de milho ADR 300, efetuada em 08/10/2007, objetivando iniciar a safra com cobertura morta, proporcional uma produção média de 4.200 kg.ha⁻¹ de MMS, diminuindo após o dessecamento, na véspera da semeadura das gramíneas (10/12/2008), para um valor médio de 1.540 kg.ha⁻¹, evidenciando a rápida decomposição do material, influenciado tanto pela fase vegetativa, quanto pelo dessecamento, alta umidade e temperatura na época de início da safra. Comparando forrageiras *B. brizantha*, *B. decumbens* e milho para a formação de palha de cobertura de solo, Timossi et al. (2007) observaram rápida decomposição do milho em relação aos capins, 250 dias após a semeadura.

Os teores foliares de macronutrientes determinados para as culturas de milho, milho e

sorgo, cultivadas de forma exclusiva e consorciada, são apresentados na Tabela 2. As concentrações foliares de N não apresentaram diferenças significativas entre as culturas e as formas de manejo, sendo valores considerados adequados, segundo indicado por Fancelli (2000). O teor de K mostrou-se, para as três culturas, em nível deficitário ou próximo da deficiência, devido, provavelmente, à expressiva precipitação ocorrida entre a semeadura e a amostragem foliar: 568,4 mm, contribuindo para a lixiviação desse nutriente. O milho, tanto em sistema exclusivo quanto consorciado, mostrou os menores teores de Ca e Mg em relação a sorgo e milho, evidenciando, provavelmente, o efeito de diluição desses nutrientes em maior desenvolvimento vegetativo. Por sua vez, a maior concentração no sorgo granífero poderia ser explicada pela própria arquitetura da planta, de porte baixo, favorecendo o maior teor. O milho, pela sua característica de crescimento radicular aprofundado, pode ter absorvido mais cálcio que o milho (Gonçalves et al., 2006).

Na Tabela 3, são apresentados os valores de MMS, N-total absorvido pela planta, o N-planta proveniente do fertilizante e do solo, a eficiência de recuperação do N-fertilizante e a eficiência de conversão em MMS do N-fertilizante aplicado (ECN), depois de realizado o primeiro parcelamento de N em cobertura (22 dias após a semeadura). A produção de MMS da parte aérea foi similar para o milho e o milho e superiores à do sorgo. Em termos de produção de MMS total, foi, em ordem decrescente, de 19.874 kg.ha⁻¹, 14.477 kg.ha⁻¹ e 7.445 kg.ha⁻¹ para o milho, milho e sorgo, respectivamente. Quanto à partição do N-total entre a parte aérea e grãos, observou-se maior acúmulo de N nos grãos para o milho (120,8 kg.ha⁻¹) e na parte aérea para o milho (136,3 kg.ha⁻¹). Em relação a

TABELA 2. Teor foliar de macronutrientes das gramíneas, milho, sorgo e milheto, cultivadas em sistema de manejo exclusivo e consorciado com *B. ruziziensis*. Votuporanga, SP, Brasil¹.

Manejo	Teor de nutrientes (g.kg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Milho						
Exclusivo	38,7 Aa	3,23 Ab	17,2 Aa	4,87 Ab	1,67 Ab	1,93 Aa
Consoiciado	33,9 Aa	3,43 Ab	19,2 Aa	5,07 Ab	1,67 Ac	2,17 Aa
Sorgo						
Exclusivo	43,4 Aa	4,17 Aa	12,9 Aa	7,30 Aa	4,17 Aa	1,90 Aa
Consoiciado	35,7 Aa	4,30 Aa	13,5 Aa	6,27 Ab	4,17 Aa	2,03 Aa
Milheto						
Exclusivo	36,2 Aa	3,87 Aab	14,7 Aa	7,63 Aa	3,30 Aa	2,13 Aa
Consoiciado	34,1 Aa	3,80 Aab	17,3 Aa	9,13 Aa	3,20 Ab	2,23 Aa
DMS (entre culturas)	8,0	0,78	6,2	2,29	0,96	0,42
DMS (entre manejos)	8,0	0,78	6,2	2,29	0,96	0,42
CV (%)	12,1	11,49	22,1	19,15	17,85	11,29
Teores adequados						
Milho ²	30-40	2,5-4,0	20-40	3,0-5,0	1,7-4,5	1,0-2,0
Sorgo ³	23-29	4,4	13-30	2,1-8,6	2,6-3,8	1,6-6,0
Milheto ⁴	34,2	2,7	38,1	5,3	4,9	1,9

¹Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna, para cada cultura, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste t (Student). Fonte: ²Fancelli (2000), ³Martinez et al. (1999), ⁴Bonamigo (1999).

outras culturas (*Mombaça e Brachiaria*), Braz et al. (2004) verificaram que o milheto acumulou maior quantidade de N no limbo foliar em menor quantidade de tempo. A vocação do milheto como forrageira fica evidenciada pela maior quantidade de N na parte aérea de consumo animal, à diferença do milho, que transloca maior quantidade do N para o grão. Por sua vez o sorgo mostrou equilíbrio na partição de N entre a parte aérea e os grãos (50,6 kg.ha⁻¹ e 55,8 kg.ha⁻¹) respectivamente. Em termos de N-total absorvido, o milho e o milheto apresentaram valores semelhantes e superiores ao sorgo. O N-SA mostrou partição similar nas três gramíneas conforme observado para o N-total. O Nppf, no milheto, foi superior às outras gramíneas (32,2 kg.ha⁻¹), correspondendo a 80,5% do N-aplicado. O milho e o sorgo apresentaram eficiência de N-recuperado total do fertilizante de 61 e 54%,

respectivamente. A ECN foi superior para o milho (496,9 kg de MMS para cada kg de N-fertilizante aplicado), em função da maior produção de MMS nesse estágio de desenvolvimento das culturas. Para o milheto e o sorgo, a ECN foi, respectivamente, de 361,9 kg.kg⁻¹ e 186,1 kg.kg⁻¹ (Tabela 3).

A proporção de N-fertilizante (Nppf) em relação à quantidade de N absorvido pela planta, proveniente do solo (Npps), foi de 13,1, 18,2 e 25% [(Nppf/Npps) x 100] para o milho, o milheto e o sorgo, respectivamente. Silva et al. (2006) comprovaram que para doses crescentes de N-fertilizante usadas (30 até 180 kg.ha⁻¹) na sucessão milheto/milho, o Nppf foi inferior ao Npps, variando essa relação de 13 até 45,8%.

No segundo parcelamento (35 dias após a semeadura), observou-se mais nítido o contraste de

comportamento quanto à partição do N-fertilizante na planta (Tabela 4). No milho, 7,9 kg.ha⁻¹ de Nppf foram determinados na parte aérea da planta, equivalentes a 19,8% do N-recuperado. Entretanto, para o milho, 21,8 kg.ha⁻¹ do Nppf foram determinados na parte aérea, equivalentes a 54,5% do N-recuperado. Na fração de grãos foi observado o comportamento oposto, ficando a maior parte do N-fertilizante absorvido no milho (19,4 kg.ha⁻¹). No milho, somente 9,2 kg.ha⁻¹ foram determinados. O sorgo mostrou uma distribuição similar entre a parte aérea e grãos de 13,4 e 17,7 kg.ha⁻¹, respectivamente, como

observado no primeiro parcelamento de cobertura nitrogenada. Nesse estágio de desenvolvimento das culturas, a eficiência de recuperação do N-fertilizante foi similar para as três gramíneas: 68,3, 77,5 e 77,8% do N-aplicado, indicativo de melhor aproveitamento do N-aplicado pelas culturas em função de um maior desenvolvimento do sistema radicular. Por sua vez, a ECN foi inferior à observada no primeiro parcelamento, para as gramíneas, evidenciando uma produção decrescente de MMS por kg de N-fertilizante aplicado.

A quantidade de N-total acumulado pelas

TABELA 3. Massa de matéria seca (MMS), nitrogênio total absorvido pela planta (N-total), N na planta proveniente do fertilizante (Nppf), proveniente do solo (Npps), eficiência de recuperação de N-fertilizante (E) e a eficiência de conversão de nitrogênio (ECN) pelas culturas de milho, milho e sorgo granífero, após a aplicação de 40 kg.ha⁻¹ de N, no primeiro parcelamento de cobertura (22 dias após a semeadura), cultivadas de forma exclusiva. Votuporanga, SP, Brasil¹.

Parte da planta	MMS	N-total kg.ha ⁻¹	Nppf	Npps	E (%)	ECN kg.ha ⁻¹
Milho						
Parte aérea	12.630 A	89,4 B	11,8 B	77,6 AB	29,5 B	315,8
Grãos	7.244 A	120,8 A	12,6 A	108,2 A	31,5 A	181,1
Total	19.874 A	210,2 A	24,4 B	185,8 A	61,0 B	496,9
Milheto						
Parte aérea	10.923 A	136,3 A	21,9 A	114,4 A	54,8 A	273,1
Grãos	3.554 B	72,9 B	10,3 A	62,6 B	25,8 A	88,9
Total	14.477 B	209,2 A	32,2 A	177,0 A	80,5 A	361,9
Sorgo						
Parte aérea	3.885 B	50,6 B	10,3 B	40,3 B	25,8 B	97,1
Grãos	3.560 B	55,8 B	11,3 A	44,5 B	28,3 A	89,0
Total	7.445 C	108,0 B	21,6 B	86,4 B	54,0 B	186,1
DMS p.a.	3.861	40,7	3,9	40,3	9,8	-
CV p.a (%)	21,1	22,1	13,5	26,0	13,4	-
DMS g	839	26,1	2,4	25,7	6,0	-
CV g (%)	8,8	15,7	10,5	17,9	10,6	-
DMS total	4.159	32,6	4,7	40,1	11,7	-
CV total (%)	14,9	9,2	9,0	13,4	9,0	-

¹Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna, para cada cultura, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste t (Student).

gramíneas, após a aplicação de 80 kg.ha⁻¹ de N-SA em cobertura, e a eficiência de N-recuperado do fertilizante, são apresentadas na Figura 2.

O milho, o milheto e o sorgo absorveram 51,7, 63,2 e 52,7 kg.ha⁻¹, respectivamente, dos 80 kg.ha⁻¹ aplicados nos dois parcelamentos de cobertura, correspondentes a 64,6, 79 e 65,9% do N-aplicado, não havendo diferença significativa na absorção entre as culturas. A melhor tendência observada pelo milheto foi devido principalmente, à absorção significativa ocorrida até o primeiro parcelamento. Alves et al. (2006), efetuando balanço de N nas

culturas de milho e algodão, observaram eficiência de N-recuperado similar, de 62 e 71%, respectivamente, após a aplicação de 45 kg.ha⁻¹ de N, aos 26 dias depois da emergência (DAE), e de 50 e 72%, aos 45 DAE, não sendo estatisticamente diferentes das obtidas aos 26 DAE, na comparação dentro de cada cultura. A população efetiva de plantas na colheita de grãos e a correspondente produtividade das gramíneas se mostram na Tabela 5.

Para cada gramínea estabelecida em sistema de manejo exclusivo e consorciado, não houve diferença significativa na população de plantas e a produtividade

TABELA 4. Massa de matéria seca (MMS), nitrogênio total absorvido pela planta (N-total), N na planta proveniente do fertilizante (Nppf), proveniente do solo (Npps), eficiência de recuperação de N-fertilizante (E) e a eficiência de conversão de nitrogênio (ECN) das culturas de milho, milheto e sorgo granífero, após a aplicação de 40 kg.ha⁻¹ de N, no segundo parcelamento de cobertura (35 dias após a semeadura), cultivadas de forma exclusiva. Votuporanga, SP, Brasil¹.

Partes da planta	MMS	N-total	Nppf	Npps	E	ECN
	----- kg.ha ⁻¹ -----				%	kg.ha ⁻¹
Milho						
Parte aérea	12.139 A	74,6 B	7,9 C	66,7 B	19,8 C	151,7
Grãos	8.213 A	137,8 A	19,4 A	118,4 A	48,5 A	102,7
Total	20.351 A	212,4 A	27,3 A	185,1 A	68,3 A	254,4
Milheto						
Parte aérea	13.169 A	162,7 A	21,8 A	140,9 A	54,5 A	164,6
Grãos	3.542 B	79,3 A	9,2 B	70,1 A	23,0 B	44,3
Total	16.711 A	242,0 A	31,0 A	211,0 A	77,5 A	208,9
Sorgo						
Parte aérea	4.632 B	95,9 B	13,4 B	82,5 B	33,5 B	57,9
Grãos	6.293 AB	89,4 A	17,7 A	71,7 A	44,3 A	78,7
Total	10.925 B	185,3 A	31,1 A	154,2 A	77,8 A	136,6
DMS p.a.	3.552	38,6	4,8	36,6	12,1	-
CV p.a. (%)	17,8	17,4	16,8	18,9	16,8	-
DMS g.	2.864	60,0	7,2	56,1	18,0	-
CV g. (%)	23,8	29,4	23,3	32,4	23,3	-
DMS total	5.463	86,2	12,1	79,5	24,2	-
CV total (%)	17,1	20,2	20,8	21,7	16,2	-

¹Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na coluna, para cada cultura, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste t (Student).

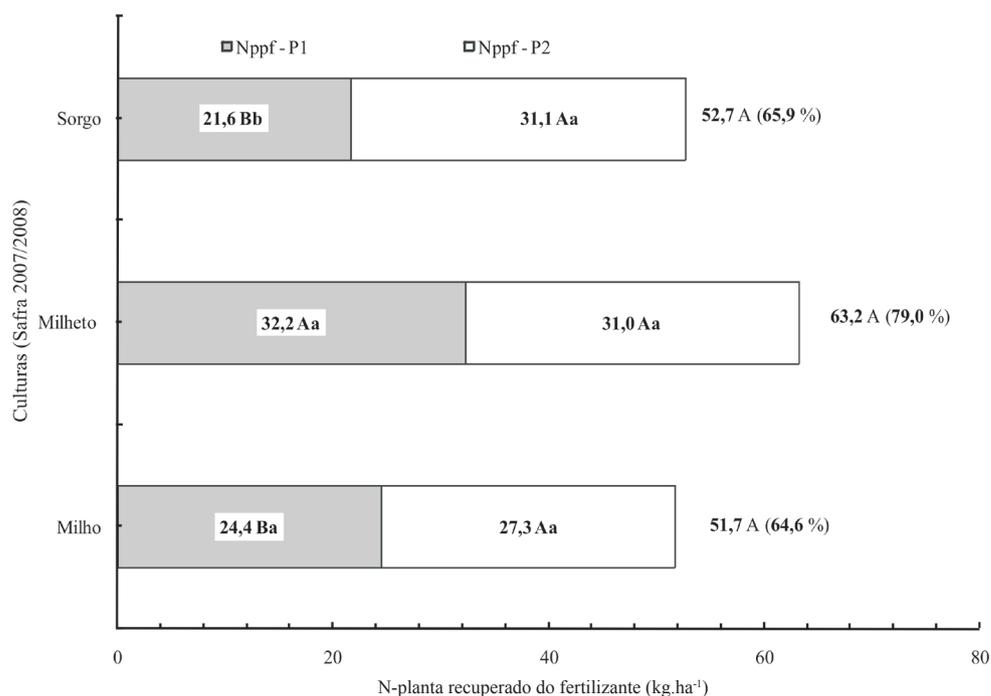


FIGURA 2. Eficiência de recuperação de N-sulfato de amônio acumulado pelas culturas de milho, milheto e sorgo, cultivadas de forma exclusiva após a aplicação de 80 kg.ha⁻¹ de N parcelado em cobertura na safra 2007/2008. Votuporanga, SP, Brasil.

Nppf-P1 e Nppf-P2, respectivamente, N na planta proveniente do fertilizante no primeiro e no segundo parcelamento. Letras maiúsculas comparam entre culturas (DMS = 7,2 e CV = 14,4%) e minúsculas comparam parcelamento dentro de cada cultura (DMS = 12,6 e CV = 11,3%) segundo o teste de t. Entre parênteses está expresso o percentual do N aplicado.

de grãos, evidenciando que a presença da forrageira não afetou a produtividade de grãos, embora tenha sido observada tendência a maior produtividade nas gramíneas consorciadas. Inibição da nitrificação biológica, pela liberação de inibidores de raízes de *Brachiaria* estaria aumentando a disponibilidade de N-NH₄⁺ no ambiente radicular, podendo ser uma estratégia para a melhoria na recuperação de N pela cultura consorciada (Castoldi, 2011). Cobucci et al. (2001) observaram que a presença da forrageira não afetou a produtividade de grãos de milho. O rápido sombreamento do milho teria afetado o crescimento do capim, inibindo a concorrência pelo fertilizante. Lara Cabezas &

Pádua (2007) verificaram, na cultura de milho consorciada com *B. ruziziensis*, recuperação do N-fertilizante de 97,1%, no milho, e 2,9%, na *Brachiaria*, o que está indicando que nessa forma de manejo, a pastagem não afeta a cultura principal e, conseqüentemente, a produtividade. Borghi & Crusciol (2007) verificaram maior produtividade do milho consorciado com capim no espaçamento de 0,45 m em relação a 0,90 m, evidenciando maior dominância do cereal. Na colheita de milheto, houve perda de grãos, observado visualmente no campo, devido a que as panículas estavam entre 2,5 e 3,0 m de altura e a plataforma de milho utilizada na colheita não teria sido eficiente.

TABELA 5. População efetiva de plantas e produtividade de grãos das gramíneas milho, milho e sorgo, em manejo exclusivo e consorciado. Votuporanga (SP).

Manejo	População efetiva de plantas.ha ⁻¹	Produtividade (kg.ha ⁻¹)
	Milho	
Exclusivo	56.458	8.682
ConSORCIADO	56.667	9.376
DMS (entre manejos)	5.906 ^{ns}	1.989 ^{ns}
CV (%)	4,6	9,7
	Milho	
Exclusivo	140.972	2.553
ConSORCIADO	130.417	2.935
DMS (entre manejos)	61.904 ^{ns}	2.639 ^{ns}
CV (%)	20,1	38,0
	Sorgo	
Exclusivo	129.445	5.254
ConSORCIADO	118.333	6.161
DMS (entre manejos)	26.853 ^{ns}	1.486 ^{ns}
CV (%)	9,5	11,5

^{ns}Não significativo, ao nível de 5%, pelo teste de t (Student).

A MMS da parte aérea das gramíneas manejadas de forma exclusiva e consorciada, assim como da *Brachiaria* por ocasião da colheita de grãos, se mostra na Figura 3.

Em ordem decrescente, a MMS produzida na colheita foi milho>milho>sorgo, havendo, em todos os casos, tendência a menor produção nos cultivos manejados de forma consorciada. A arquitetura do sorgo granífero (porte e produção de MMS inferior às outras gramíneas) favoreceu o maior desenvolvimento da *Brachiaria*: 6.950 kg.ha⁻¹ de MMS, superior à produzida em consórcio com o milho e o milho: 1.442 kg.ha⁻¹ e 2.817 kg.ha⁻¹, respectivamente. A maior penetração de luz no interior da entrelinha de plantas favoreceu a maior produção de MMS do capim, contribuindo para o aumento da cobertura do solo. Considerando os valores médios acumulados de MMS total produzida por ambos os sistemas de manejo, houve um acréscimo médio de 19,1% de

MMS total nos cultivos consorciados, em relação aos cultivos manejados de forma exclusiva [(17.825 - 14.964)/14.964] x 100], sem afetar a produtividade de grãos, como comentado anteriormente. Portanto, o sistema em consórcio contribui efetivamente para o aumento da cobertura de solo. Para regiões com restrição hídrica, essa forma de manejo da cultura de grãos é mais eficiente que o sistema de cultivo exclusivo. Portes et al. (2000) verificaram que o consorciamento de cereais (milho, sorgo, milho e arroz) com *B. brizantha* cv. Marandu foi um sistema viável para a replantagem de pastagens degradadas, afetando o crescimento da *Brachiaria*, em função do crescimento do cereal.

Conclusões

O milho é mais eficiente na recuperação do N-SA em relação a milho e sorgo, no primeiro

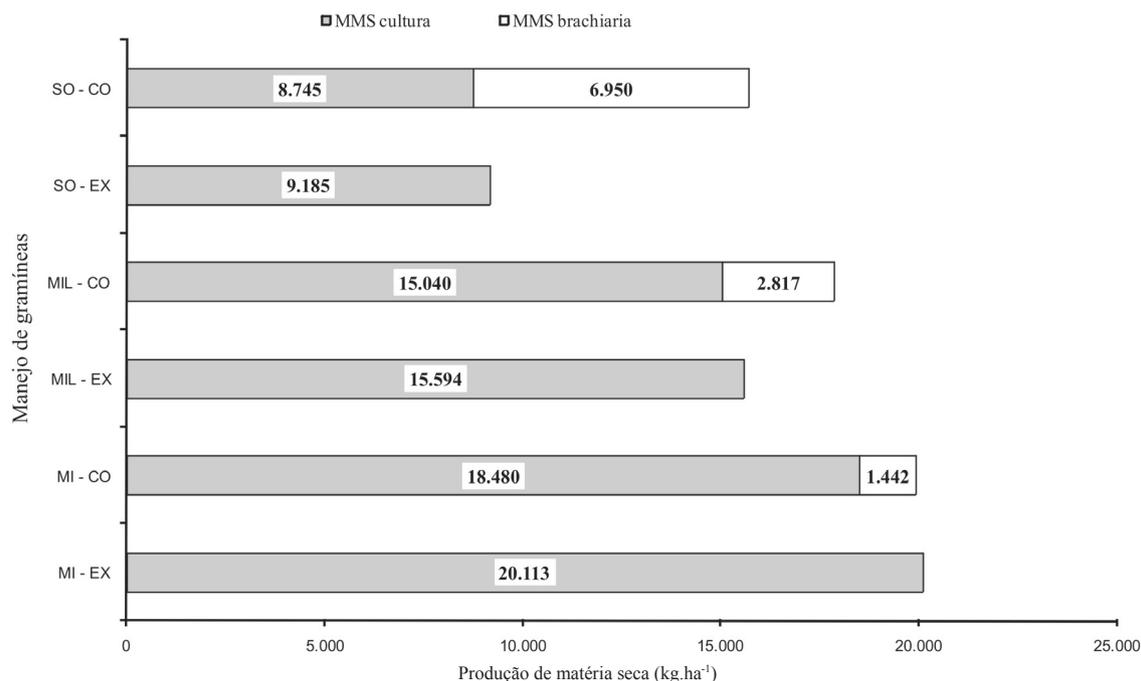


FIGURA 3. Produção acumulada de massa de matéria seca das gramíneas manejadas de forma exclusiva e consorciada e da *B. ruziziensis* à colheita de grãos. Safra 2007/2008. Votuporanga, SP, Brasil. SO-CO = sorgo consorciado, SO-EX = sorgo exclusivo, MIL-CO = milho consorciado, MIL-EX = milho exclusivo, MI-CO = milho consorciado, MI-EX = milho exclusivo.

parcelamento de cobertura nitrogenada (22 dias após a semeadura), sendo similar para as três gramíneas, após a aplicação do segundo parcelamento. A maior proporção do N-fertilizante está na parte aérea do milho e nos grãos, na cultura de milho. Por sua vez, o sorgo apresenta uma distribuição similar entre a parte aérea e os grãos.

A produtividade de grãos das gramíneas milho, milheto e sorgo não é afetada pela presença da pastagem consorciada.

As culturas de maior desenvolvimento vegetativo, como o milho e o milheto, inibem o crescimento da pastagem consorciada, sendo que o menor desenvolvimento vegetativo do sorgo favorece o maior desenvolvimento da pastagem consorciada.

O consórcio de gramíneas com *B. ruziziensis* aumenta em 19,1% a MMS de cobertura de solo, importante para regiões com outono/inverno seco.

Agradecimentos

O autor agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) o apoio financeiro recebido para o Projeto N° 06/06204-3, do qual este estudo fez parte, sendo extensivos os agradecimentos à Fundação AGRISUS/FEALq, que também contribuiu com apoio financeiro. Ao pessoal de apoio do Polo Regional Noroeste Paulista (SAA/APTA Regional), que realizou as atividades de campo.

Referências

- ABREU, G. T.; SCHUCH, L. O. B.; MAIA, M. S.; ROSENTHAL, M. D.; BACCHI, S.; PEREIRA, E.; CANTARELLI, L. D. Produção de biomassa em consórcio de aveia branca (*Avena sativa* L.) e leguminosas forrageiras. **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v. 11, p. 19-24, 2005.
- ALVARENGA, R. C.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; NETO, M. M. G.; VIANA, M. C. M.; VILELA, L. Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 31, n. 257, p. 59-67, 2010.
- ALVES, B. J. R.; ZOTARELLI, L.; FERNANDES, F. M.; HECKLER, J. C.; MACEDO, R. A. T.; BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; URQUIAGA, S. Fixação biológica de nitrogênio e fertilizantes nitrogenados no balanço de nitrogênio em soja, milho e algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, p. 449-456, 2006.
- BARRIE, A.; PROSSER, S. J. Automated analysis of light-element stable isotopes by isotope ratio mass spectrometry. In: BOUTTON, T. W.; YAMASAKI, S. (Ed.). **Mass spectrometry of soils**. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 1-46.
- BONAMIGO, L. A. A cultura do milheto no Brasil, implantação e desenvolvimento no cerrado. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1999, Planaltina. **Anais...** Planaltina: Embrapa Cerrados. 1999. p. 31-65.
- BORGHI, E. **Produção de milho e capins Marandu e Mombaça em função de modos de implantação do consórcio**. 2007. 142 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.
- BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, p. 163-171, 2007.
- BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M. da; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Acumulação de nutrientes em folhas de milheto e dos capins *Brachiaria* e *Mombaça*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34 p. 83-87, 2004.
- CAMPOS, A. X. de. **Fertilização com sulfato de amônio na cultura do milho em um solo do cerrado de Brasília sob pastagem de *Brachiaria decumbens***. 2004. 119 f. Tese (Doutorado em Solo e Nutricao de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CASTOLDI, G. **Nitrogênio no sistema solo-planta após a dessecação de *Brachiarias***. 2011. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.
- COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Sistema Santa Fé: produção de forragem na entressafra. In: WORKSHOP INTERNACIONAL PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO AGRICULTURA E PECUÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS SAVANAS SULAMERICANAS, 2001, Santo Antônio de Goiás. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. p. 125-135.
- COELHO, A. M.; WAQUIL, J. M.; KARAM, D.; CASELA, C. R.; RIBAS, P. M. Seja o doutor de seu sorgo. **Arquivo do Agrônomo**, Piracicaba, n. 14, 24 p. 2002. Encarte.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.
- FANCELLI, L. A. Alternativas para a formação de palha. In: WORKSHOP SOBRE O SISTEMA PLANTIO DIRETO NO ESTADO DE SÃO PAULO, 2007,

- Piracicaba. [Anais...]. Piracicaba: Fundação Agrisus: FEALQ; Campinas: Instituto Agronômico, 2007. p. 22-27.
- FREITAS, K. R.; ROSA, B.; RUGGIERO, J. A.; NASCIMENTO, J. L.; HEINEMAM, A. B.; FERREIRA, P. H.; MACEDO, R. Avaliação do capim mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, p. 83-89, 2005.
- GONÇALVES, W. G.; JIMENEZ, R. L.; ARAÚJO FILHO, J.V. de; ASSIS, R. L. de; SILVA, G. P.; PIRES, F. R. Sistema radicular de plantas de cobertura sob compactação de solos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, p. 67-75, 2006.
- 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.
- LARA CABEZAS, W. A. R.; PÁDUA, R. V. Eficiência e distribuição de nitrogênio aplicado em cobertura na cultura de milho consorciada com *Brachiaria ruziziensis* no sistema Santa Fé. **Bragantia**, Campinas, v. 66, p. 131-140, 2007.
- MAIA, M. C.; PINTO, J. C.; ANDRADE, I. F. Estabelecimento de capim-tanzânia usando milheto como cultura acompanhante. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, p.1312-1319, 2000.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G. de.; SOUZA, R. B. de. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5a. aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 143-168.
- MATEUS, G. P. **Doses de nitrogênio na cultura de milho e do sorgo em consórcio com forrageiras**. 2007. 149 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio De Mesquita Filho", Botucatu.
- MAXIMO, E.; BENDASSOLLI, J. A.; TRIVELIN, P. C. O.; ROSSETE, A. L. R. M.; OLIVEIRA, C. R.; PRESTES, C. V. Produção de sulfato de amônio duplamente marcado com os isótopos estáveis ¹⁵N e ³⁴S. **Química Nova**, São Paulo, SP, v. 28, p. 211-216, 2005.
- PORTES, T. A.; CARVALHO, S. I. C.; OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de um cultivar de *brachiaria* em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, p. 1349-1358, 2000.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. 285 p.
- RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285 p.
- SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia. Agrícola **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008**. São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em: 10/03/2011.

- SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; VELOSO, M. E. C.; TRIVELIN, P. C. O. Absorção de nitrogênio nativo do solo pelo milho sob plantio direto em sucessão a plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, MG, v. 30, p. 723-732, 2006.
- SISTEMA Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; [Rio de Janeiro]: Embrapa Solos, 1999. 412 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, p. 617-622, 2007.
- ZANINE, A. de M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. de J.; CARVALHO, G. G. P. de. Potencialidade da integração lavoura-pecuária: relação planta-animal. **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET**, Málaga, v. 7, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106/010601.pdf>>. Acesso em: 10/04/2011.