

Doses de nitrogênio na forrageira consorciada com milho sob efeito residual da co-inoculação na cultura da soja

Aureane Cristina Teixeira Ferreira Cândido^{1*}; Marco Antônio Camillo de Carvalho²;
Ricardo Adriano Felito²; Oscar Mitsuo Yamashita²

¹ Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém – PA – Brasil; ² Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta-MT- Brasil; *aurianeferreira@hotmail.com

Aureane Cristina Teixeira Ferreira Cândido; Marco Antônio Camillo de Carvalho; Ricardo Adriano Felito; Oscar Mitsuo Yamashita (2020). Doses de nitrogênio na forrageira consorciada com milho sob efeito residual da co-inoculação na cultura da soja. Rev. Fac. Agron. Vol 119 (2): 1-12. <https://doi.org/10.24215/16699513e055>

Produtos a base de *Azospirillum brasilense* são preconizados para co-inoculação na cultura da soja, juntamente com *Bradyrhizobium*, podendo apresentar efeito residual para as culturas subsequentes. Objetivou-se verificar a resposta da forrageira em relação ao efeito residual da inoculação e co-inoculação na cultura da soja, juntamente com a aplicação de doses de nitrogênio em cobertura no consórcio milho + braquiária. Avaliou-se massa seca de dois cortes, produção de palhada, relação folha:colmo, índice spad, teor de N e as taxas de recuperação e eficiência de utilização do N. A co-inoculação na cultura da soja proporcionou efeito residual no primeiro corte da forrageira; obtendo-se melhores resultados para massa seca. Para relação folha: colmo, a inoculação apresentou melhor índice. A eficiência de utilização de N pela braquiária (*Urochloa ruziziensis*) aumentou enquanto que a recuperação do N aplicado, a eficiência agrônômica e a eficiência fisiológica diminuíram com o aumento das doses de N aplicadas.

Palavras-chave: *Azospirillum brasilense*; adubação nitrogenada; pastagem.

Aureane Cristina Teixeira Ferreira Cândido; Marco Antônio Camillo de Carvalho; Ricardo Adriano Felito; Oscar Mitsuo Yamashita (2020). Nitrogen doses in forage intercropped with maize under residual effect of co-inoculation in soybean crop. Rev. Fac. Agron. Vol 119 (2): 1-12. <https://doi.org/10.24215/16699513e055>

Products based on *Azospirillum brasilense* are recommended for co-inoculation in soybean cultivation, together with *Bradyrhizobium*, which may have a residual effect for subsequent crops. The objective of this research was to verify the response of the forage in relation to the residual effect of inoculation and co-inoculation in soybean culture, together with the application of nitrogen doses in cover in the corn + brachiaria consortium. Dry mass of two cuts, straw production, leaf: stem ratio, spad index, N content and the recovery rates and efficiency of N use were evaluated. Co-inoculation in soybean culture provided residual effect in the first cut forage; obtaining better results for dry straw. For leaf: stem ratio, inoculation showed the best index. The efficiency of use of N by the brachiaria (*Urochloa ruziziensis*) increased while the recovery of applied N, agronomic efficiency and physiological efficiency decreased with the increase of applied N doses.

Key words: *Azospirillum brasilense*; nitrogen fertilization; pasture.

<https://revistas.unlp.edu.ar/revagro>

Recibido: 13/01/2020

Aceptado: 23/03/2020

Disponible on line: 07/12/2020

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina.

INTRODUÇÃO

A intensificação dos sistemas de produção pecuária é apontada como uma das alternativas de exploração sustentável, minimizando a pressão sobre a abertura de novas áreas para produção agropecuária (Barcellos et al., 2008). Esse modelo, entretanto, deverá ser pautado pelo uso eficiente dos recursos físicos, incluindo a recuperação de áreas antropizadas e degradadas, calcada no aporte de conhecimento e de tecnologias poupadoras de insumos. Neste sentido o consórcio milho + braquiária com foco na integração lavoura pecuária (ILP) tem surgido como uma opção, pois permite a intensificação pretendida e permite a produção de palhada para a cultura subsequente.

A integração lavoura-pecuária tem o princípio de ser um sistema misto de exploração entre a lavoura e pecuária caracterizada pela diversificação, rotação, consorciação e/ou sucessão de atividades agrícolas e pecuárias. O fato do solo poder ser explorado economicamente durante o ano todo, ou pelo menos, na maior parte dele, favorece o aumento da oferta de carne, leite e grãos, a um custo menor, devido ao sinergismo criado entre a lavoura e a pastagem (Kluthcouski et al., 1991), assim se torna sustentável ao longo do tempo (Sandini et al., 2011).

De acordo com Franzluebbbers (2007), os sistemas mais diversificados, como a integração lavoura-pecuária, são importantes para repor e manter a matéria orgânica do solo (MOS) e proporcionar solos bem estruturados, o que favorece maior taxa de infiltração de água das chuvas e, subsequentemente, maior disponibilidade para os cultivos; redução do escoamento superficial, para evitar erosões e poluição dos corpos d'água; e penetração das raízes no perfil do solo, o que aumenta o volume de solo explorado pelo sistema radicular dos cultivos e, conseqüentemente, a eficiência de uso de água e nutrientes.

A semeadura direta é o melhor sistema de preparo do solo em termos conservacionistas. No entanto, o grande desafio nas regiões tropicais é a produção de palhada, visando à efetivação do sistema, e sua superação é realizada com o uso de gramíneas como plantas de cobertura.

A prática da ILP contribui para promover o sistema de plantio direto (SPD). A pastagem proporciona à lavoura um solo melhor estruturado, em função do sistema radicular abundante e do resíduo de material orgânico deixado na superfície e em subsuperfície do solo (Loss et al., 2013; Silva et al., 2011).

Um problema encontrado por aqueles que optam pela prática da agricultura ou no caso, a ILP, é o alto custo dos fertilizantes. Entre esses, destaca-se o nitrogênio, que é um elemento essencial no desenvolvimento das gramíneas, capaz de promover aumento de biomassa, pois favorece os processos de crescimento da planta, atuando na aceleração da formação das gemas axilares, número das lâminas foliares, iniciação e alongamento dos perfilhos, aumento da capacidade de rebrota e aumento do valor nutricional, conseqüentemente pode permitir aumento na taxa de lotação, ganho de peso por animal e por hectare com o manejo de pastejo correto (Vitor et al., 2009).

Uma alternativa é o aproveitamento dos benefícios proporcionados pela associação entre bactérias

diazotróficas (fixadoras de N) em culturas de grande interesse econômico visto que tais microrganismos são capazes de promover o crescimento vegetal e gerar incrementos no desenvolvimento e na produtividade das culturas (Baldani et al., 1997). Parte do nitrogênio requerido pelas gramíneas forrageiras pode ser suprida biologicamente pela fixação do nitrogênio através da associação entre plantas e bactérias promotoras de crescimento, tal como *Azospirillum brasilense*, a qual pode promover crescimento da planta pela fixação biológica de nitrogênio ou por produzir substâncias que ajudam no crescimento radicular, tal como ácido indolacético (Moreira et al., 2010).

Produtos a base de *Azospirillum brasilense* são preconizados para co-inoculação de soja, juntamente com *Bradyrhizobium* tanto na Argentina como na África do Sul (Reis et al., 2008). O uso de bactérias fixadoras de nitrogênio e/ou promotoras de crescimento de plantas tem contribuído para o menor uso de fertilizantes químicos, assim auxiliando na diminuição do custo das lavouras e minimizando o potencial poluidor deste em relação ao ambiente.

Assim, objetivou-se verificar a resposta da forrageira em relação ao efeito residual da co-inoculação na cultura da soja, juntamente com a aplicação de doses de nitrogênio em cobertura no consórcio milho-braquiária.

METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido na área experimental pertencente a Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Campus de Alta Floresta – MT, cujas coordenadas geográficas são 09° 51' 42" S e 56° 04' 07" W, com altitude de 283 metros e relevo caracterizado como plano. O clima predominante da região, segundo classificação de Koppen, é do tipo Am, com duas estações climáticas bem definidas. Apresenta precipitação média anual de 2.400 mm, com intensidade máxima nos meses de janeiro, fevereiro e março, possuindo 5 meses secos (EPE, 2009). A temperatura média anual é de 24°C, sendo a máxima de 40°C e mínima de 14°C.

Os valores de precipitação pluvial, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar média durante o período do experimento em campo foram obtidos junto a estação meteorológica da Universidade do Estado de Mato Grosso – Campus de Alta Floresta, localizada ao lado da área experimental (Figura 1).

A área onde foi instalada a pesquisa, anteriormente estava sendo cultivada com *Urochloa brizantha* cv Marandú (Syn. *Brachiaria brizantha* cv Marandú) em estágio de degradação. O solo do local é classificado conforme Embrapa (2013) como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico. No mês de julho do ano de 2015 foi coletada amostra de solo na camada de 0-0,20 m para determinação das características químicas e granulométricas visando o cálculo da adubação a ser utilizada, sendo obtido os seguintes resultados: 23,0 g dm⁻³ de matéria orgânica; pH (CaCl₂) 5,22; 1,22 mg dm⁻³ de P (pelo extrator Mehlich 1); 0,14 cmolc dm⁻³ de K; 1,79 cmolc dm⁻³ de Ca; 0,67 cmolc dm⁻³

³ de Mg; 3,89 cmol_cdm⁻³H + Al; CTC efetiva 8,0 cmol_cdm⁻³e 52,2% de saturação por bases. As características granulométricas foram: 386 g kg⁻¹ de argila; 140 g kg⁻¹ de silte e 474 g kg⁻¹ da fração areia. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em faixas, com 10 tratamentos e 4 repetições. A área total da unidade experimental foi de 1.680 m², onde cada parcela teve as dimensões de 6 m de largura por 7 m de comprimento, perfazendo um total de 40 parcelas.

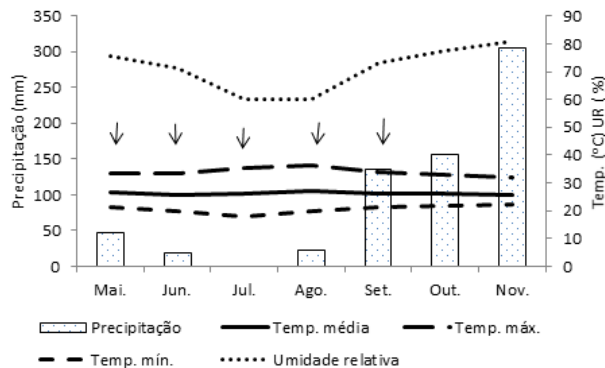


Figura 1. Médias mensais de temperatura máxima, mínima e média, umidade relativa do ar e precipitação pluvial mensal durante o período de maio a novembro de 2016. SF – semeadura da forrageira junto ao milho. ↓ – Meses irrigados.

A semeadura da forrageira ocorreu posteriormente à colheita da soja, em semeadura direta no mês de maio de 2016 sobre a palhada da mesma e em consórcio com a cultura do milho. A soja cultivada anteriormente recebeu dois tratamentos constituídos pela inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* e a co-inoculação com *Azospirillum brasilense*, sendo a inoculação efetuada com 80 g de Nitro Geo® (estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080) para 50 kg de sementes e a co-inoculação com 80 g de Nitro Geo soja turfa® (estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080) para 50 kg de sementes + 100 mL de Nitro Geo AZ® (estirpes AbV5 e AbV6) para 25 kg de sementes.

A cultivar de milho utilizada foi a 2B877 PW (híbrido simples), no espaçamento entre linhas de 0,5 m e na população de 55.000 plantas ha⁻¹. A adubação da semeadura seguiu as recomendações de Alves et al (1999), sendo aplicados 16 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 48 kg ha⁻¹ de K₂O, através do formulado 04:30:12.

O experimento foi conduzido com auxílio de irrigação convencional, sendo o fornecimento de água realizado de acordo com a necessidade hídrica das culturas, atingindo no máximo 7 mm dia⁻¹.

Na semeadura da forrageira *Urochloa ruziziensis* (Syn. *Brachiaria ruziziensis*), foram utilizados 12 kg ha⁻¹ de sementes. As sementes da forrageira foram misturadas ao adubo e depositadas no compartimento de fertilizante da semeadora, sendo distribuídas na mesma profundidade do adubo. Quando a cultura do milho

atingiu o estágio fenológico V6 (seis folhas totalmente desenvolvidas), foi realizada a adubação de cobertura, aplicando-se manualmente as doses de N para cada tratamento (50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹), na forma de ureia, ficando um tratamento controle (sem adição de N).

Aos 50 dias após a colheita do milho (período de vedação do pasto) quando a forrageira atingiu a altura média de 0,40 m, foram realizadas 3 amostragens por parcela para determinação da produtividade de matéria seca da parte aérea da forrageira com auxílio de um quadrado de 0,50 x 0,50 m, adotando-se como altura de corte 0,15 m. O material cortado foi separado em colmo e folhas para determinação da relação folha:colmo e em seguida foi pesado e colocado em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até massa constante, para a quantificação da produção de massa seca (PMS) (extrapolada para kg ha⁻¹). O mesmo procedimento foi repetido quando a forrageira atingiu a altura de corte (0,30 m), aos 24 dias após o primeiro corte, e também antes da dessecação da área para a nova safra, foi realizado o corte da forrageira rente ao solo para determinação da quantidade de palhada produzida.

Logo após o primeiro corte foi realizado um corte de uniformização na área total e todo material foi retirado da área experimental.

Foi realizada amostragem da forrageira para determinação do teor de N, sendo amostradas 10 plantas inteiras e de forma aleatória por parcela. As plantas amostradas foram secas em estufa de circulação forçada com temperatura controlada entre 65°C a 70°C por 72 horas ou até atingirem massa constante. Posteriormente, foram moídas em moinho tipo Willey e armazenadas em sacos plásticos. No Laboratório de Análise de Solo, Adubo e Foliar da Universidade do Estado de Mato Grosso foi determinado o teor foliar de N através da metodologia de Kjeldahl, que se baseia em três etapas: digestão, destilação e titulação (Silva, 2009).

Durante a coleta das plantas, foram realizadas também as leituras de índice spad com o clorofilômetro Spad 502 minolta, sendo a leitura realizada na 3ª folha totalmente desenvolvida e em 10 plantas por parcela e 10 pontos por folha.

Com os dados obtidos de massa seca e teor de nitrogênio foram realizadas as seguintes determinações: eficiência de utilização de nitrogênio (EUN) = (massa seca total, kg)² / (acúmulo de N, g); em (kg de MS)² / g de N acumulado (Siddiqi & Glass, 1981); recuperação do nitrogênio aplicado (RNA) = acúmulo de N (kg) com adubação - acúmulo de N (kg) sem adubação / dose de N aplicada (kg) x 100; em % (Fageria, 1998); eficiência agrônômica do N aplicado (EA) = massa seca com adubação (kg) - massa seca sem adubação (kg) / dose de N (kg); em kg de MS / kg N aplicado (Fageria, 1998) e eficiência fisiológica (EF) ou eficiência biológica = massa seca com adubação (kg) - massa seca sem adubação (kg) / acúmulo de N com adubação (kg) - acúmulo de N sem adubação (kg); em kg de MS / kg de N acumulado (Fageria, 1998).

A Eficiência Agrônômica (EA) refere-se à produção adicional de massa seca pela forrageira nas parcelas adubadas em relação à não adubada por unidade de

nitrogênio aplicado pelas fontes utilizadas (Fageria, 1998).

A Eficiência Fisiológica (EF) ou Eficiência Biológica representa a produção adicional de massa seca pela forrageira nas parcelas adubadas em relação à não adubada, por unidade de N adicional acumulado nas plantas dessas parcelas (Fageria, 1998).

Os dados de todas as avaliações foram submetidos à análise de variância sendo as médias do fator quantitativo (inoculação) comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade e para o fator quantitativo (doses de N) foi desenvolvido o estudo de regressão polinomial com auxílio do software Sisvar (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme pode ser observado no resumo da análise estatística apresentado na Tabela 1, no primeiro corte a massa seca da forrageira foi influenciada pela inoculação e pelas doses de N. Para a relação folha: colmo houve apenas resposta significativa em relação à inoculação. Já, para índice spad (SPAD) e para a massa seca no segundo corte não houve resposta significativa para os fatores testados. Para a produção de palhada não foi verificada interação significativa entre os fatores.

Conforme pode ser verificado na Tabela 2, a forrageira respondeu positivamente à co-inoculação, com o incremento de matéria seca no primeiro corte, produzindo 907,2 kg ha⁻¹ a mais em comparação a área onde somente ocorreu a inoculação, demonstrando a existência de efeito residual da co-inoculação realizada nas sementes de soja. Sabundjian (2016), trabalhando com inoculação de *Azospirillum brasilense* em milho e cultivo posterior de feijão, observou que este foi influenciado pela cultura antecessora e nas áreas com tratamentos com inoculação de *Azospirillum brasilense*, o feijão apresentou maiores médias quando comparados àqueles sem inoculação, evidenciando o

efeito residual da inoculação.

Santos et al. (2013), trabalhando com inoculação do capim marandu, concluiu que *Azospirillum* spp. contribui de forma positiva para nutrição, desenvolvimento e produção do capim. Francisco et al. (2012) e Cavallet et al. (2000) inoculando milho e Sala et al. (2007) inoculando trigo, relataram resultados de aumento de produtividade em várias dosagens do gênero utilizado. Estimativas da FBN em gramíneas como *B. decumbens* e *B. humidicola* indicam a incorporação ao sistema de valores na ordem de 30 a 45 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N (Boddey & Victoria, 1986).

Esse incremento relatado na produção de massa do capim provavelmente aconteceu pela estimulação do crescimento radicular, pois o *Azospirillum brasilense* auxilia na produção de hormônios tal como ácido indolacético (IAA), giberelinas e citocininas (Tien et al., 1979) e, conseqüentemente, colabora para o crescimento da parte aérea. As bactérias diazotróficas também podem atuar estimulando o crescimento vegetal, gerando aumento na atividade da redutase do nitrato quando crescem endofiticamente nas plantas (Cassan et al., 2008). Essas também podem atuar como agentes de controle biológico de patógenos (CASSÁN et al., 2008).

Não houve interação significativa para produção de palhada ao final do ciclo entre a inoculação e doses de N, sendo os valores médios de cada tratamento apresentados na Tabela 2.

Houve comportamento linear crescente para produção de massa seca no primeiro corte (Figura 2), evidenciando a importância do nitrogênio para desenvolvimento das plantas. O N faz parte, por exemplo, de moléculas orgânicas como clorofilas e aminoácidos (Epstein & Bloom, 2006; Reis et al., 2006; Taiz & Zeiger, 2010), e influencia tanto a atividade mitótica (produção celular) quanto a taxa de alongamento das novas células produzidas (Kavanova et al., 2008).

Tabela 1. Valores de F e coeficientes de variação (CV%) para massa seca no 1º corte (MS1), relação folha:colmo (RFC), índice de cor verde (SPAD), massa seca no 2º corte (MS2) e palhada (PALH) em função de doses de nitrogênio aplicadas e resíduo de inoculação e co-inoculação. Alta Floresta-MT, 2016. ns, **, * Não significativa, significativa a 1% e significativa a 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte de variação	MS1 kg ha ⁻¹	MS2 kg ha ⁻¹	RFC --	SPAD --	PALH kg ha ⁻¹
Valores de F					
Inoculação	11,74*	0,83 ^{ns}	13,29*	0,05 ^{ns}	14,01*
Dose de N	14,16**	2,66 ^{ns}	2,63 ^{ns}	2,23 ^{ns}	22,83**
IxN	1,27 ^{ns}	0,81 ^{ns}	1,87 ^{ns}	1,05 ^{ns}	1,26 ^{ns}
CV 1 (%)	18,01	31,32	10,34	10,16	11,78
CV 2 (%)	12,59	27,33	14,54	7,66	7,83
CV 3 (%)	21,64	30,66	15,21	5,20	13,77
Média geral	4.647	3.432	1,03	34,79	8.130

Tabela 2. Valores de F para regressão e médias para massa seca no 1º corte (MS1), relação folha/colmo (RFC), massa seca no 2º corte (MS2) e palhada (PALH) em função do efeito residual da inoculação e co-inoculação e aplicação de doses de N em cobertura no consórcio milho e *Urochloa ruziziensis*. Alta Floresta-MT, 2016. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ** Significante a 5% de probabilidade pelo teste F.

INOCULAÇÃO	MS1 kg ha ⁻¹	MS2 kg ha ⁻¹	SPAD --	RFC --	PALH kg ha ⁻¹
Bradyrhizobium	4.193,75 b	3.277,09 a	34,92 a	1,09 a	7.563,78 b
Brad.+Azosp.	5.100,77 a	3.587,79 a	34,65 a	0,97 b	8.697,63 a
DMS	842,30	1081,74	3,55	0,10	
DOSES N (kg ha ⁻¹)					
0	3.608,17	2.821,75	33,08	1,17	6.615,84
50	4.350,25	3.109,70	34,33	1,00	7.769,31
100	4.685,32	3.268,50	34,44	1,03	8.280,43
150	4.841,27	3.799,67	35,17	0,94	8.409,57
200	5.751,27	4.162,67	36,92	0,99	9.578,37
F Regressão linear	53,31**	--	--	--	85,16**
F Regressão quad.	--	--	--	--	--

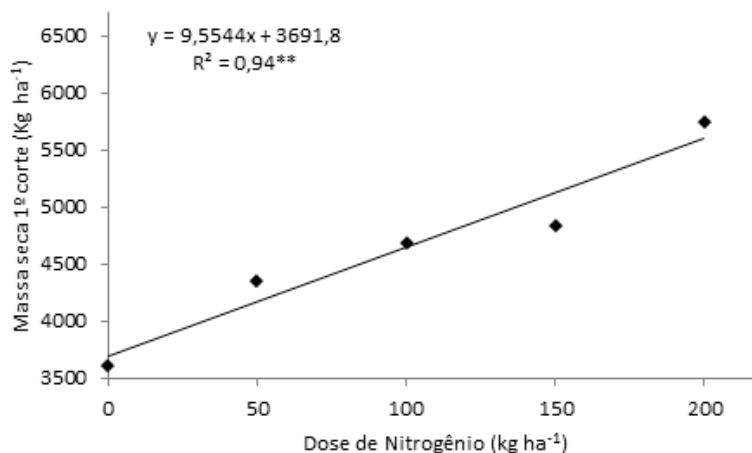


Figura 2. Massa seca produzida no 1º corte de *Urochloa ruziziensis* em função das doses de nitrogênio.

Teixeira (2016), trabalhando em área semelhante à da presente pesquisa e também com a dose máxima de 200 kg ha⁻¹ aplicada próximo do término e início da estação chuvosa obteve comportamento linear crescente para a produção de massa seca com as gramíneas Marandu e Mulato II.

A relação folha:colmo apresentou menor razão em área de co-inoculação (0,97), como pode ser observado na Tabela 2. Isso pode estar relacionado ao fato de que a forrageira desenvolveu mais nesses tratamentos, produzindo maior massa e com isso maior proporção de colmos, indicando que os cortes nesses tratamentos poderiam ter sido realizados anteriormente e o pecuarista poderia antecipar o pastoreio do local. Em cultivares como a utilizada na presente pesquisa, que possuem hábito de crescimento ereto, o alongamento do colmo incrementa a produção forrageira, porém interfere na estrutura do pasto, comprometendo a

eficiência de pastejo em decorrência do decréscimo na relação folha:colmo (Rodrigues et al., 2008) e, segundo Euclides et al. (2000), isto afeta o desempenho dos animais em pastejo. O valor crítico para a relação folha:colmo proposto por Pinto et al. (1994) é de 1,0 estando próximo a ambos tratamentos.

Quanto ao índice spad, pode-se observar que não houve influência do fator inoculação e também de doses de N. Müller et al. (2012) e Neumann et al. (2016) não encontraram diferença no teor de clorofila em milho inoculado com *Azospirillum brasilense*.

Ao contrário do primeiro corte, no segundo (realizado 24 dias após o primeiro), não houve resposta significativa para a produtividade de massa seca para o fator inoculação e também para doses de nitrogênio. Há ainda escassez de trabalhos e informações que relacionam a adição de bactérias fixadoras de nitrogênio ao solo ou promotoras de crescimento e o

tempo de viabilidade dessas no solo. Contudo, quanto à sobrevivência do *A. brasilense*, sabe-se que este possui baixa capacidade de sobreviver por períodos prolongados de tempo na maioria dos solos (Basi, 2013). As condições físico-químicas do solo e a ausência da planta hospedeira podem afetar diretamente a população da bactéria (Bashan et al., 1995). Entretanto, em situações desfavoráveis essas bactérias podem desenvolver mecanismos de proteção como formação de cistos, produção de poli- β -hidroxibutirato e de melanina, favorecendo sua sobrevivência (Del Gallo & Fendirik, 1994).

Na Figura 3 está apresentado o comportamento da produção de palhada pela forrageira *Urochloa ruziziensis* em função de doses de nitrogênio aplicadas. A resposta apresenta função linear crescente, onde a

produção máxima seria obtida em doses superiores a 200 kg ha⁻¹ de N.

Nas Tabelas 3 e 4 encontram-se o resumo da análise estatística e os dados referentes aos teores foliares de N e as relações de eficiência do uso deste no primeiro corte da gramínea realizado. Para teor de N na planta, houve resposta significativa apenas para doses de N aplicadas, não havendo diferença para o fator inoculação. As doses influenciaram o teor foliar de N, a eficiência de utilização de nitrogênio e a recuperação de N aplicado. Ocorreu interação entre os fatores apenas para eficiência agrônômica de N aplicado.

O teor de N na planta teve aumento seguindo um modelo linear crescente em relação as doses aplicadas, não sendo atingida a máxima resposta de N aplicado ao solo (Figura 4).

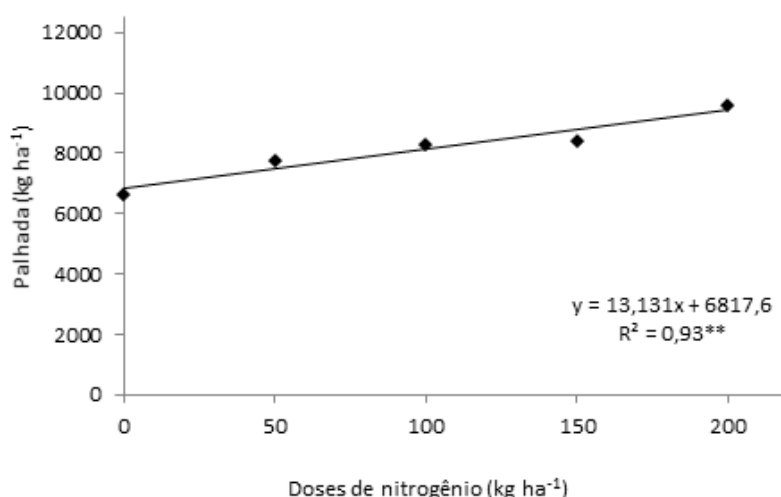


Figura 3. Produção de palhada da forrageira *Urochloa ruziziensis* em função de doses de N para inoculação e co-inoculação.

Tabela 3. Valores dos níveis de significância, coeficiente de variação (CV%) e valores médios de teor de N na planta (N), eficiência de utilização de nitrogênio (EUN), recuperação do nitrogênio aplicado (RNA), eficiência agrônômica do N aplicado (EA) e eficiência fisiológica (EF) para a forrageira *Urochloa ruziziensis* em função de doses de nitrogênio e resíduo de inoculação e co-inoculação. Alta Floresta-MT, 2016. ns, * Não significativa, significativa a 1% de probabilidade pelo teste F. 1Dados Transformados em \sqrt{x}

Fonte de variação	N g kg ⁻¹	EUN kg de MS g ⁻¹	RNA ¹ %	EA ¹ kg MS Kg N ⁻¹	EF ¹ kg MS kg N ⁻¹
Inoculação	0,31 ^{ns}	21,56*	4,62 ^{ns}	3,61 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Dose de N	3,44*	3,84*	5,14*	2,73 ^{ns}	1,23 ^{ns}
IxN	0,06 ^{ns}	1,61 ^{ns}	0,80 ^{ns}	6,07*	1,57 ^{ns}
CV 1 (%)	8,76	12,00	28,08	38,51	8,92
CV 2 (%)	11,80	14,72	24,82	27,97	21,24
CV 3 (%)	10,92	17,67	27,15	23,14	29,22
Média geral	17,11	273,31	17,15	3,52	6,61

Tabela 4. Valores de F e valores médios de teor de N, eficiência de utilização de nitrogênio (EUN), recuperação de nitrogênio aplicado (RNA) e eficiência fisiológica (EF) em função da inoculação e co-inoculação e doses de N na forrageira *Urochloa ruziziensis*. Alta Floresta-MT, 2016. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). **, * Significante a 1% e significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. 1 Dados Transformados em \sqrt{x} .

INOCULAÇÃO	N	EUN	RNA ¹	EF ¹
	g kg ⁻¹	kg MS g ⁻¹	%	kg MS kg N ⁻¹
Bradyrhizobium	17,24 a	249,23 b	18,99 a	6,60 a
Brad.+Azosp.	16,98 a	297,39 a	15,33 a	6,63 a
DMS	1,51	33,00	5,42	0,66
DOSES N (Kg ha ⁻¹)				
0	15,03	241,17	--	--
50	16,64	257,49	22,01	5,98
100	17,48	285,48	16,94	7,17
150	18,05	268,39	14,28	6,34
200	18,33	314,03	15,40	6,98
F Regressão linear	12,51**	12,12**	11,17**	--
F Regressão quad.	--	--	--	--

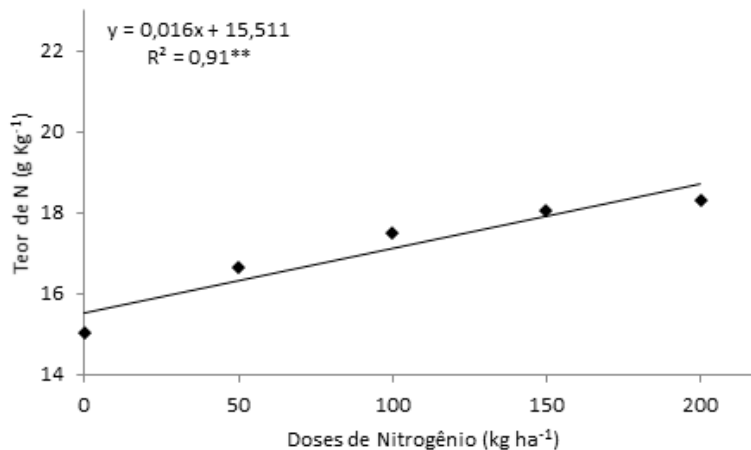


Figura 4. Teor de nitrogênio na planta de *Urochloa ruziziensis* em função das doses de nitrogênio aplicadas.

Burton & Monson (1984) relatam que a adubação nitrogenada, além de aumentar a produção de massa seca, eleva o teor de proteína bruta (PB) da forragem e, em alguns casos, diminuem o teor de fibra, contribuindo dessa forma para a melhoria da sua qualidade. Ressalta-se que o teor de PB está proporcionalmente relacionado ao teor de N, sendo que quanto maior o teor de N, maior é o teor da PB. Os valores obtidos para o teor de N em todos os tratamentos estão dentro do intervalo considerado ideal para plantas forrageiras segundo Malavolta et al. (1997) que é de 11,3 a 18 g kg⁻¹.

A importância de verificar o efeito da aplicação de doses de N no solo para plantas está no fato de que a dinâmica do N no solo é bastante complexa e

diferenciada em relação aos outros nutrientes. Esse nutriente possui grande mobilidade no solo, sofre inúmeras transformações mediadas por microrganismos, possui alta movimentação em profundidade, transforma-se em formas gasosas (N₂ e amônia), se perde por volatilização e tem baixo efeito residual (Aguiar & Silva, 2005) e com isso, parte do N aplicado à pastagem é frequentemente perdida do sistema, o que reduz a eficiência de uso, principalmente porque os fertilizantes nitrogenados são normalmente aplicados em cobertura, sem incorporação ao solo (Costa et al., 2006).

Para a eficiência de utilização de nitrogênio (EUN), nos tratamentos que tiveram a co-inoculação foi possível observar um maior aproveitamento do N aplicado

independente da dose de N testada (Tabela 4). Essa resposta se torna importante, pois a eficiência de utilização do N para a produção de alimentos no mundo é muito baixa (Silva et al., 2011). A recuperação do N dos fertilizantes nitrogenados pode variar com a espécie vegetal, práticas de manejo, propriedades do solo, condições ambientais e fonte de N utilizada (Shaviv, 2001; Pegoraro et al., 2009; Espindula et al., 2010).

Na Figura 5 está representada o comportamento da EUN em função das doses de N aplicadas, a qual seguiu ajuste linear crescente. A maximização da eficiência de conversão do N no fertilizante em massa seca de forragem é extremamente importante para o resultado bioeconômico final da adubação nitrogenada em pastagens (Martha Junior et al., 2004). Nesse sentido, podemos perceber que a EUN acompanhou concomitantemente a produção de matéria seca no primeiro corte, ou seja, o N aplicado foi utilizado para produção proporcionalmente a sua aplicação.

Para RNA a resposta foi linear decrescente (Figura 6). Esse menor aproveitamento do N aplicado (RNA), com o aumento das doses, é relatado na literatura, e ocorre devido a maior produção de massa seca (Costa et al., 2010), concentração de nutriente (Costa et al., 2009a) e extração de N pelas plantas (Costa et al., 2009b), nas maiores doses aplicadas. Diante disso, nessas maiores doses há uma maior chance de perdas do nutriente por volatilização, lixiviação, desnitrificação e lavagem superficial (Silva et al., 2011).

A recuperação do N aplicado (RNA) pelo fertilizante refere-se à percentagem do total de N aplicado que foi absorvida e acumulada adicionalmente pelas plantas das parcelas adubadas em relação às não adubadas (Fageria, 1998).

Resultados de pesquisa têm mostrado que taxa de recuperação do N aplicado como fertilizante diminui à medida que se aumenta a dose aplicada no solo (Primavesi et al., 2006; Novais, 2007), o mesmo ocorreu no presente estudo (Figura 6).

Em pastagens manejadas intensivamente com doses elevadas de N, se torna primordial conhecer a recuperação do N do fertilizante pelas plantas para maximizar a eficiência do seu uso e minimizar o impacto ambiental (Silva et al., 2011).

É importante salientar, na avaliação da RNA, que além das perdas do N aplicado pelos processos já conhecidos, as plantas estão, na realidade, em competição com a população microbiana do solo, sendo que o N aplicado no solo está, também, sujeito a uma série de transformações mediadas por microrganismos, que irão determinar as relações de equilíbrio entre as formas orgânicas e inorgânicas (Moreira & Siqueira, 2006).

Para a EA ocorreu interação entre a inoculação e doses de N. Através da Tabela 5 e Figura 7, pode-se verificar o desdobramento dessa interação. Apenas para a dose de 50 kg ha⁻¹ ocorreu diferença entre inoculação e co-inoculação, sendo a maior eficiência observada na inoculação.

Observa-se na Figura 7, o comportamento quadrático com ponto de mínimo de 130 kg ha⁻¹ para os valores de EA em função das doses aplicadas. Em estudo da eficiência agrônômica do capim marandu, Primavesi et al. (2006) verificaram que os melhores índices ocorreram quando se aplicaram as menores doses de N, ocorrendo redução nos valores desses índices com o aumento das doses de N, resultados semelhantes aos observados no presente trabalho.

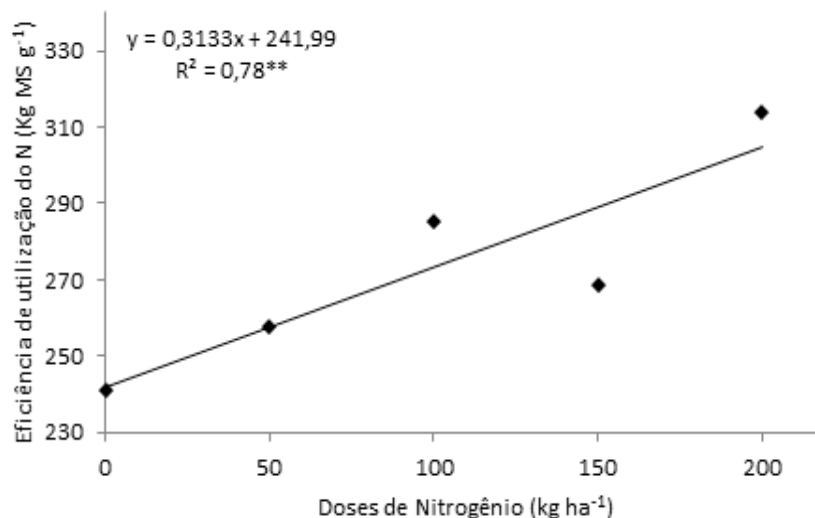


Figura 5. Eficiência de utilização de N para *Urochloa ruziziensis* em função das doses de nitrogênio aplicadas.

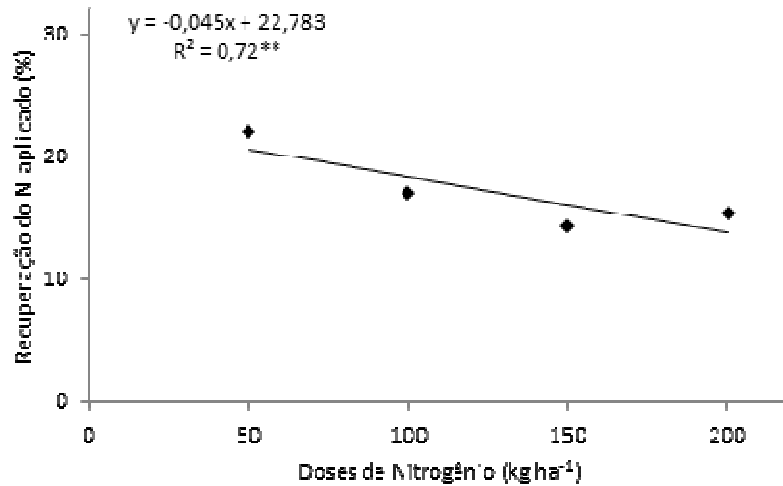


Figura 6. Recuperação do N aplicado para *Urochloa ruziziensis* em função das doses de nitrogênio aplicadas.

Tabela 5. Eficiência Agronômica do N Aplicado (EA) influenciada por doses de nitrogênio e resíduo de inoculação e co-inoculação. Alta Floresta-MT, 2016. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ($p < 0,05$). **, * Significante a 1% e significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. 1Dados Transformados em \sqrt{x} .

INOCULAÇÃO	DOSES DE N (kg ha ⁻¹)				
	0	50	100	150	200
	EA ¹ (MS kg N ⁻¹)				
Bradyrhizobium	--	5,75 a	3,65 a	3,04 a	3,47 a
Brad.+Azosp.	--	2,73 b	3,70 a	2,73 a	3,11 a
DMS		1,30			
Interação IxD					
D(B) Reg. Linear		16,80**			
D(B) Reg. Quad.		9,55*			
D(B+A) Reg. Linear		0,01 ^{ns}			
D(B+A) Reg. Quad.		0,52 ^{ns}			

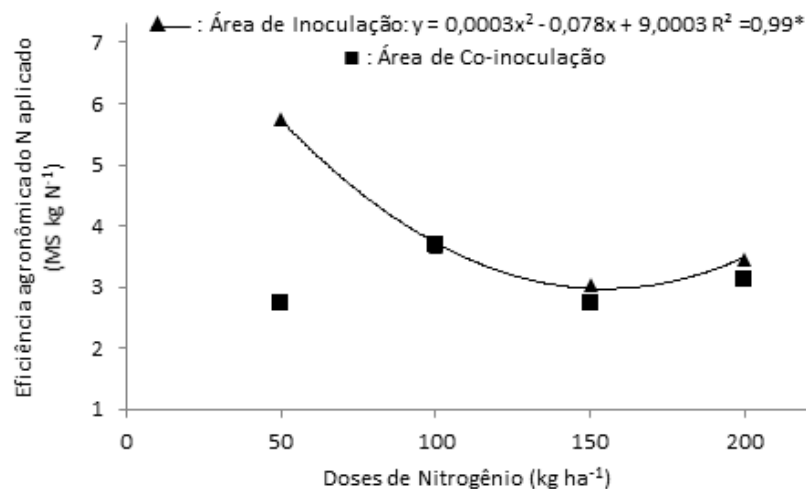


Figura 7. Eficiência agronômica do N aplicado em *Urochloa ruziziensis* em função das doses de nitrogênio aplicadas.

A EF não foi influenciada pela inoculação e doses, como também foi demonstrado por Silva (2011) em estudo da eficiência nutricional e aproveitamento do nitrogênio pelo capim-marandu.

Vários mecanismos relacionados às características morfológicas e fisiológicas das plantas contribuem para o uso eficiente de nutrientes, como sistema radicular extensivo, alta relação entre raízes e parte aérea, maior eficiência de absorção ou de utilização de nutrientes e capacidade de manter o metabolismo normal mesmo com baixo teor de nutrientes nos tecidos (Fageria & Baligar, 1993).

CONCLUSÕES

A co-inoculação na cultura da soja proporcionou efeito residual no primeiro corte da forrageira, obtendo-se maior produção para massa seca.

A eficiência de utilização de N pela *Urochloa ruziziensis* aumentou linearmente enquanto que a recuperação do N aplicado, a eficiência agrônômica e a eficiência fisiológica diminuíram com o aumento das doses de N aplicadas.

AGRADECIMENTO

À FAPEMAT- FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE MATO GROSSO – pela bolsa de estudos concedida ao primeiro autor.

BIBLIOGRAFIA

- Aguiar, A. P. A. & A. M. Silva.** 2005. Calagem e adubação da pastagem. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, pp. 177-246.
- Alves, V. M. C.; Vasconcellos, C. A.; Freire, F. M.; Pitta, G. V. E.; França, G. E.; Filho, A. R.; Araújo, J. M.; Vieira, J. R. & J. E. Loureiro.** 1999. Milho. In: RIBEIRO, A. C.; Guimarães, P. T. G.; Alvarez V., V. H. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação. Viçosa: CFSEMG/UFV, pp. 281-282.
- Baldani, V.L.D.; Oliveira, E.; Balota, E.; Baldani, J.I.; Kirckhof, G. & J. Döbereiner.** 1997. *Burkholderia brasilensis* sp. nov., uma nova espécie de bactéria diazotrófica endofítica. **Anais...** 69: 116.
- Barcellos, A. O.; Ramos, A. K. B; Vilela, L. & G. B. Martha Junior.** 2008. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.37, suplemento especial, pp.51-67.**
- Bashan Y., Ream Y., Levanony H. & A. Sade.** 1995. Nonspecific responses in plant growth, yield and root colonization of noncereal crop plants to inoculation with *Azospirillum brasilense* Cd. **Canadian Journal of Botany, Ottawa, 67 (1): 1317–1324.**
- Basi, S.** 2013. Associação de *Azospirillum brasilense* e de nitrogênio em cobertura na cultura do milho. 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava.
- Boddey, R.M. & R. L. Victoria.** 1986. Estimation of biological nitrogen fixation associated with *Brachiaria* and *Paspalum* grasses using ¹⁵N labelled organic matter and fertilizer. **Plant and Soil, Oklahoma, 90 (1): 265-292.**
- Burton, G. W. & W. G. Mondson.** 1984. Registration of Tifton 68 bermudagrass. **Crop Science, Madison 24 (6): 1211.**
- Cassán, F. D. & G. Salamone.** 2008. *Azospirillum* spp. Cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Buenos Aires: Asociación Argentina de Microbiología 95 pp.
- Cavallet, L. E.; Pessoa, A. C. S.; Helmich, J. J.; Helmich, P. R. & C. F. Ost.** 2000. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande 4 (1): 129-132.**
- Costa, K. A. P.; Oliveira, I. P. & V. Faquin.** 2006. Adubação nitrogenada para pastagens do gênero *Brachiaria* em solos do Cerrado. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão 60 pp.
- Costa, K.A.P.; Faquin, V.; Oliveira, I.P.; Severiano, E.C. & M. A. Oliveira.** 2009a. Doses e fontes de nitrogênio na nutrição mineral do capim-marandu. **Ciência Animal Brasileira, Goiânia 10 (1): 115-123.**
- Costa, K.A.P.; Faquin, V.; Oliveira, I.P.; Severiano, E.C.; Simon, G.A. & M. S. Carrijo.** 2009b. Extração de nutrientes do capim-marandu sob doses e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Goiânia 10 (4): 801-812.**
- Costa, K.A.P.; Faquin, V. & I. P. Oliveira.** 2010. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte 62 (1): 192-199.**
- Del Gallo, M. & I. Fendirik.** 1994. The rhizosphere and *Azospirillum*. In: OKON, Y. (Eds.). *Azospirillum* Plant associations. Boca Raton: CRC Press pp.57-75.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).** 2012. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. Brasília: Embrapa 353 pp.
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE).** 2009. Avaliação ambiental integrada da bacia hidrográfica do rio teles pires. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/MeioAmbiente/Documents/AAI%20Teles%20Pires/AAI%20Teles%20Pires%20-%20Relat%C3%B3rio%20Final.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2016.
- Espindula, M.C.; Rocha, V.S.; Souza, M.A.de; Grossi, J.A.S. & L.T. de Souza.** 2010. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras 34 (6): 1404-1411.**
- Epstein, E. & A. J. Bloom.** 2006. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. 2. ed. Londrina: Ed Planta 403 pp.
- Euclides, V.P.B.; Cardoso, E.G. & M.C.M. Macedo.** 2000. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, 29 (6): 2200-2208, 2000 (supl.2).**

- Fageria, N.K.** 1998. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, Campina Grande 2 (1): 6-16.
- Fageria, N.K. & V.C. Baligar.** 1993. Screening crop genotypes for mineral stresses. In: Workshop on Adaptation of Plants to Soil Stresses, Lincoln. Proceedings. Lincoln, University of Nebraska pp.142-159.
- Ferreira, D. F.** 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, Lavras 35 (6): 1039-1042.
- Francisco, E.A.B.; Kappes, C.; Domingues, L. & C.L. Felippi.** 2012. Inoculação de Sementes de Milho Com *Azospirillum brasilense* e Aplicação de Nitrogênio em Cobertura. In.: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 29, Águas de Lindóia. Anais... In.: Anais... Congresso Nacional de milho e Sorgo, Águas de Lindóia, pp. 1285-1291.
- Franzluebbers, A.J.** 2007. Integrated crop-livestock systems in the Southeastern USA. Agronomy Journal, Madison 99(2): 361-372.
- Kavanová, M.; Lattanzi, F.A. & H. Schnyder.** 2008. Nitrogen deficiency inhibits leaf blade growth in *Lolium perenne* by increasing cell cycle duration and decreasing mitotic and post-mitotic growth rates. Plant, Cell & Environment, Oxford 31(6): 727-737.
- Kluthcouski, J.; Pacheco, A. R.; Teixeira, S. M. et al.** 1991. Renovação de pastagem do cerrado com arroz. 1- Sistema Barreirão. Goiânia-GO: EMBRAPA-CNPAP; Documentos, 33, 20 pp.
- Loss, A.; Pereira, M.G.; Perin, A.; BEUTLER, S.J. & L.H.C. ANJOS.** 2013. 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 11: 217-231.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C. & S.A. Oliveira.** 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafós 319pp.
- Martha Júnior, G.B.; Corsi, M.; Trivelin, P.C.O. & M.C. Alves.** 2004. Nitrogen recovery and loss in a fertilized elephant grass pasture. Grass and Forage Science, Reading 59 (1): 80-90.
- Moreira, F.M.S. & J.O. Siqueira.** 2006. Microbiologia e bioquímica do solo. 2.ed. Lavras: UFLA 729pp.
- Moreira, F. M. S.; Silva, K.; Nóbrega, R. S. A. & F. Carvalho.** 2010. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. Comunicata Scientiae, Teresina 1(2): 74-99.
- Müller, T. M.; Bazzanezi, A. N.; Vidal, V.; Turok, J. D. N.; Rodrigues, J. D. & I.E. Sandini, I.** 2012. Inoculação de *Azospirillum brasilense* no Tratamento de Sementes e Sulco de Semeadura na Cultura do Milho. In: XXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 2012. Águas de Lindóia. Anais... Águas de Lindóia pp.1.
- Neumann, M. M.; Spadotto, D. V.; Silva, L. A.; Santos, N. C. & F.M. Santos.** 2016. Efeito de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* via semente e aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho. In: XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2016, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves pp. 487-490.
- Novais, R.F.; Alvares, V.H.; Barros, N.F.; Fontes, R.L.F.; Cantarutti, R.B. & J.C.L. Neves.** 2007. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo 1: 470 pp.
- Pegoraro, R.F.; Mistura, C.; Wendling, B.; Fonseca, D.M.da & J.L. Fangunes.** 2009. Manejo da água e do nitrogênio em cultivo de capim-elefante. Ciência e Agrotecnologia, Lavras 33 (2): 461-467.
- Pinto, J.C.; Gomide, J.A. & M. Maestri.** 1994. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa 23 (3): 313-326.
- Primavesi, A.C.; Primavesi, O.; Corrêa, L. de A.; Cantarella, H.; Silva, A.G. da; Freitas, A.R. de & L.J. Vivaldi.** 2004. Adubação nitrogenada em capim-coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa 33 (1): 68-78.
- Primavesi, O.; Primavesi, A.C.; Correa, L.A.; Silva, A.G. & H. Cantarella.** 2006. Lixiviação de nitrato em pastagens de coastcross adubada com nitrogênio. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa 35 (3): 683-690.
- Reis Junior, F. B.; Reis, V. M. & K.R.S. Teixeira.** 2006. Restriction of 16S- 23S intergenic rDNA for diversity evaluation of *Azospirillum amazonense* isolated from different *Brachiaria* spp. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília 41 (3): 431-438.
- Reis Junior, F. B. dos; Machado, C. T. de T.; Machado, A. T. & L. Sodek.** 2008. Inoculação de *Azospirillum amazonense* em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa 32 (3): 1139- 1146.
- Rodrigues, R. C.; Mourão, G. B.; Brennecke, K.; Luz, P. H. C. & V.R. Herling.** 2008. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. *Xaraés* cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. Revista Brasileira Zootecnia, Viçosa 37 (3): 394-400.
- Sabundjian, M. T.** 2016. Consórcio de milho e *Urochloa ruziziensis* e inoculação com *Azospirillum brasilense* e seu efeito residual associado à adubação nitrogenada em feijoeiro de inverno. 2016. 173 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ilha Solteira.
- Sala, V. M. R.; Cardoso, E. J. B. N.; Freitas, J. G. & A.P.D. Silveira.** 2007. Resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília 42 (6): 833-842.
- Sandini, I. E.; Moraes, A., Pelissari, A.; Neumann, M.; Falbo, M. K. & J.H. Novakowski.** 2011. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. Ciência Rural, Santa Maria 41 (8): 1315-1322.
- Santos, M.E.R.; Fonseca, D.M. & V.M. Gomes.** 2013. Forage accumulation in *Brachiaria* grass under continuous grazing with single or variable height during the seasons of the year. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa 42: 312-318.
- Shaviv, A.** 2001. Improvement of fertilizer efficiency: product processing, positioning and application methods. Proceedings International Fertility Society, York 469: 1-23.

Siddiqi, M.Y. & A.D.M. Glass. 1981. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. *Journal of Plant Nutrition*, New York 4 (3): 289-302.

Silva, F. C. 2009. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Silva (eds.). 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica 627 pp.

Silva, D. R. G.; Costa, K. A. P.; Faquin, V. O. I. P.; Souza, M. R. F. S. & M.A. Silva. 2011. Eficiência nutricional e aproveitamento do nitrogênio pelo capim-marandu de pastagem em estágio moderado de degradação sob doses e fontes de nitrogênio. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras 35 (2): 242-249.

Taiz, L. & E. Zeiger. 2010. *Plant Physiology*, 5.ed. Sunderland: Sinauer Associates Inc. Publishers 782 pp.

Teixeira, S. O. 2016. Perdas de amônia por volatilização e produção de gramíneas em função de fontes e doses de nitrogênio. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta.

Tien, T. M.; Gaskins M. H. & D.H. Hubbell. 1979. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). *Applied and Environmental Microbiology* 37 (5): 1016-1024.

Vitor, C. M. T.; Fonseca, D. M.; Cóser, A. C.; Martins, C. E.; Nascimento Júnior, D. & J.I. Ribeiro Júnior. 2009. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa 38 (3): 435-442.