

Adubação nitrogenada no feijoeiro após milho safrinha consorciado com *Urochloa brizantha* e *Urochloa ruziziensis*

Nitrogen fertilization on common bean after out-of-season maize intercropped with *Urochloa brizantha* and *Urochloa ruziziensis*

Emerson de Freitas Cordova de Souza^{1*}; Rogério Peres Soratto²

Resumo

O feijoeiro comum é uma planta bastante exigente em nitrogênio (N), porém, são escassas as informações sobre a necessidade da cultura por esse nutriente quando cultivada em sucessão ao milho consorciado com braquiárias. Objetivou-se avaliar o efeito da adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado no sistema plantio direto, em sucessão ao milho safrinha consorciado com *Urochloa brizantha* (Syn. *Brachiaria bryzantha*) ou *Urochloa ruziziensis* (Syn. *Brachiaria ruziziensis*). O experimento foi realizado durante dois anos agrícolas, em Latossolo Vermelho distroférico. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por dois tipos de palhadas precedentes ao cultivo do feijoeiro (milho + *U. brizantha* e milho + *U. ruziziensis*) e as subparcelas por quatro doses de N (0, 35, 70 e 140 kg ha⁻¹), utilizando como fonte o nitrato de amônio. A aplicação de N melhorou a nutrição nitrogenada e aumenta o crescimento do feijoeiro cultivado em sucessão ao milho safrinha consorciado com *U. brizantha* ou *U. ruziziensis*, porém, pouco influenciou a produtividade de grãos. A produtividade de grãos do feijoeiro foi semelhante em sucessão ao milho consorciado com *U. brizantha* e *U. ruziziensis*.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, nitrogênio, braquiária, plantio direto

Abstract

Common bean plant demanding higher amounts of nitrogen (N), but are scarce information about common bean N demanding when grown after maize intercropped with palisade grass. The purpose of this study was to evaluate the effect of N fertilization in common bean grown under no-tillage system, in succession to out-of-season maize intercropped with *Urochloa brizantha* (Syn. *Brachiaria bryzantha*) or *Urochloa ruziziensis* (Syn. *Brachiaria ruziziensis*). The experiment was conducted during two agricultural years, on a dystroferric Haplorthox. A randomized blocks design, in a split plot scheme, with four replicates, was used. The plots were composed by two types of straws previous common bean crop (maize + *U. brizantha* and maize + *U. ruziziensis*) and subplots were composed by four N rates (0, 35, 70 and 140 kg ha⁻¹), using ammonium nitrate as source. Nitrogen application improved N nutrition and increased the growth of common bean plants grown after out-of-season maize intercropped with *U. brizantha* or *U. ruziziensis*, but little influenced grain yield. Grain yield of common bean grown after out-of-season maize intercropped with *U. brizantha* or *U. ruziziensis* was similar.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, nitrogen, palisade grass, no-tillage

¹ Doutorando em Agronomia-Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Campus de Botucatu, Botucatu, SP. E-mail: emerson.cordova@hotmail.com

² Prof. Assistente Dr. do Deptº de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Campus de Botucatu, Botucatu, SP. Bolsista do CNPq. E-mail: soratto@fca.unesp.br

* Autor para correspondência

Introdução

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) destaca-se entre as principais culturas anuais cultivadas no sistema plantio direto (SPD) (BERNARDES; SILVEIRA; MESQUITA, 2010). Nesse sistema, o cultivo consorciado de culturas como o milho safrinha, com plantas forrageiras, como as braquiárias, notadamente as espécies *Urochloa brizantha* (Syn. *Brachiaria brizantha*) e *Urochloa ruziziensis* (Syn. *Brachiaria ruziziensis*), pode manter boa cobertura do solo (CECCON et al., 2010), constituindo-se em alternativa eficiente para a manutenção da qualidade física, química e biológica do solo (CRUSCIOL et al., 2009). Além disso, técnicas como utilização de insumos, manejo adequado da adubação e a inclusão de gramíneas forrageiras, têm permitido a obtenção de produtividade de feijão bem acima da média nacional (KLUTHCOUSKI; STONE, 2003; SILVEIRA et al., 2005; CRUSCIOL et al. 2009).

Aidar et al. (2000) verificaram que a palhada de *U. ruziziensis* associada aos restos culturais do milho, ultrapassou 17 Mg ha⁻¹ de matéria seca antes da semeadura do feijão, mantendo-se suficiente para a proteção plena da superfície do solo por mais de 107 dias e proporcionando elevada produtividade do feijoeiro. Costa e Rava et al. (2003) relatam vários resultados de redução da incidência de doença de solo na cultura mediante a inclusão de braquiárias no sistema, como cultura antecessora.

Porém, como no SPD há elevada disponibilidade de restos culturais com alta relação C/N, além das perdas de amônia por volatilização, o N pode se tornar insuficiente para as plantas, em função da imobilização microbiana, sendo necessárias doses mais elevadas desse nutriente (BINOTTI et al. 2009), principalmente, quando cultivadas em sucessão a gramíneas (SORATTO; CARVALHO; ARF., 2004; SILVEIRA et al., 2005; MORO; CRUSCIOL; CARVALHO, 2011). Para obtenção de elevada produtividade, o fornecimento de N no feijoeiro é fundamental (SILVEIRA et al., 2005; SORATTO;

CARVALHO; ARF, 2006; KANEKO et al., 2010), pois o N é o nutriente absorvido em quantidades mais elevadas e, pelo fato de aproximadamente 50% do N total absorvido ser exportado para os grãos, a sua deficiência é a mais frequente (OLIVEIRA; ARAÚJO; DUTRA, 1996).

Sob o SPD, Soratto et al. (2001), Silva (2002), Carvalho et al. (2003) e Kaneko et al. (2010) verificaram aumento linear da produtividade da cultura do feijão comum até as doses máximas de N testadas, ou seja, 100, 150, 140 e 180 kg ha⁻¹, respectivamente. Silveira et al. (2005) verificaram incremento linear na produtividade de grãos do feijoeiro cultivado em sucessão do milho consorciado com *U. brizantha* até a dose de 120 kg ha⁻¹ de N. Por outro lado, Soratto et al. (2008), estudando o manejo de N após milho safrinha solteiro ou milho consorciado com *U. brizantha* no período de safrinha, verificaram que a aplicação de N aumentou o teor desse elemento nas folhas do feijoeiro e na ausência da aplicação de N, o cultivo anterior de milho consorciado com *U. brizantha* proporcionou maior teor de N nas folhas, o que pode estar relacionado com a maior reciclagem desse nutriente proporcionado pela forrageira. Além disso, na área onde foi utilizado o consórcio, foi possível obter produtividade de grãos de aproximadamente 3.000 kg ha⁻¹, mesmo sem aplicação de N mineral. Contudo, são escassas na literatura informações sobre a necessidade de N para o feijoeiro cultivado na sucessão ao milho safrinha, consorciado com *U. brizantha* ou *U. ruziziensis*.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito da adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado no SPD, em sucessão ao milho safrinha consorciado com *U. brizantha* ou *U. ruziziensis*.

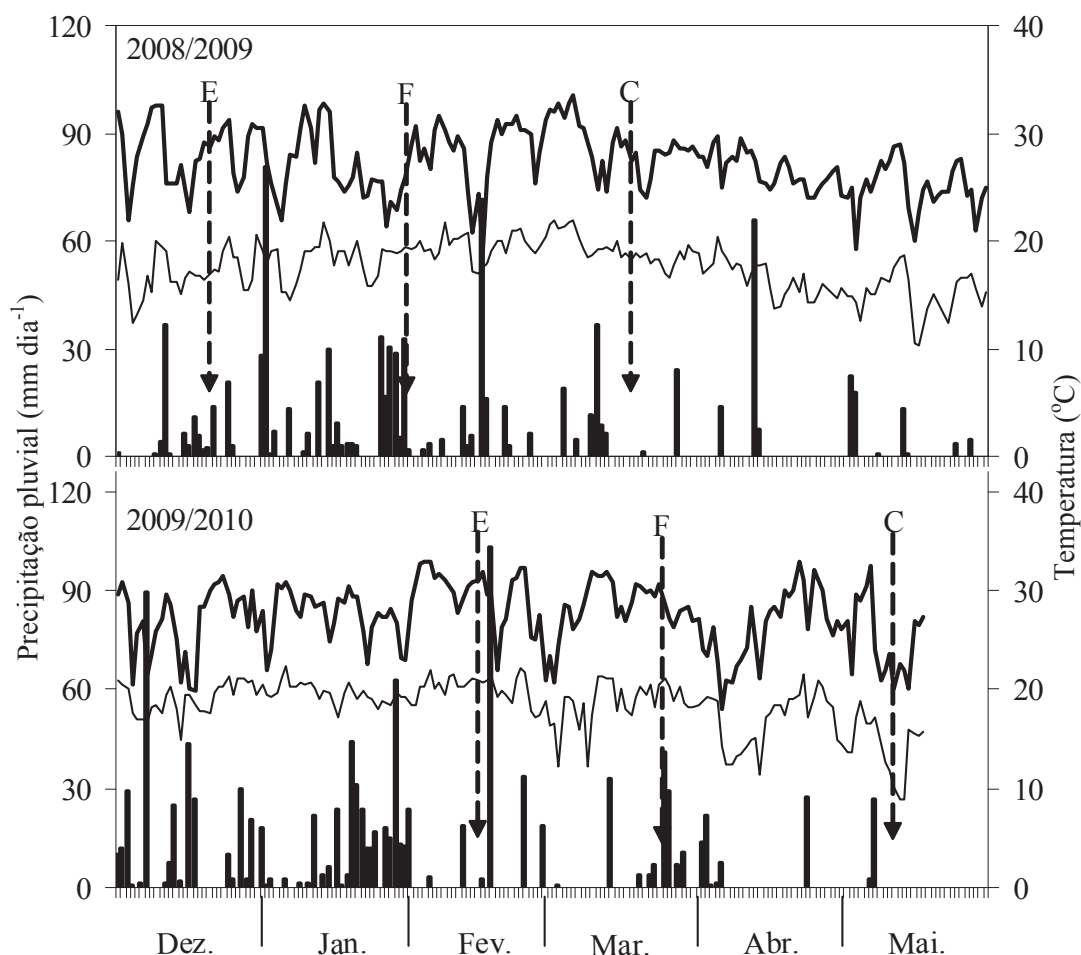
Material e Métodos

O experimento foi realizado por dois anos agrícolas (2008/09 e 2009/10), em um Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2006) localizado no município de Botucatu-SP (22°

51°S, 48° 26'W e altitude de 740 m). Em cada ano o experimento foi conduzido em uma área diferente. Ambas as áreas foram manejadas em SPD há cinco anos. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante na região é do

tipo Cwa, que é caracterizado pelo clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso. Os dados climáticos, registrados durante o período de condução do experimento, encontram-se na Figura 1.

Figura 1. Precipitação pluvial (■), temperatura máxima (—) e temperatura mínima (—) obtidas na área experimental durante o período de dezembro a maio, nos anos agrícolas de 2008/2009 e 2009/2010, e datas de emergência, florescimento e colheita da cultura do feijão. Botucatu-SP.



Fonte: Elaboração dos autores.

Em cada ano agrícola, um dia antes do manejo químico da área, foi realizada a caracterização química do solo, por meio de amostragem na profundidade de 0-10 e 10-20 cm, em oito pontos na área de cada experimento (Tabela 1).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por dois tipos de palhadas precedentes ao cultivo do feijão (milho + *U. brizantha* e milho + *U. ruziziensis*) e as subparcelas por quatro doses de N (0, 35, 70

e 140 kg ha⁻¹) utilizando como fonte o nitrato de amônio (32% de N). Os consórcios de milho com *U. brizantha* cv. Marandú e *U. ruziziensis* cv. Comum foram implantados no período da safrinha. As forrageiras foram semeadas concomitantemente com a cultura do milho, sendo que as sementes

das mesmas foram adicionadas juntamente com o adubo no sulco de semeadura. Cada unidade experimental foi composta por seis linhas de 7 metros de comprimento. Para as avaliações foram consideradas as quatro linhas centrais desprezando 0,5 m na extremidade de cada linha de plantas.

Tabela 1. Atributos químicos do solo, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, avaliados em novembro de 2008 e janeiro de 2010, respectivamente, nos anos agrícolas 2008/09 e 2009/10.

Palhada	Prof. cm	pH(CaCl ₂)	M.O. g dm ⁻³	P(resina) mg dm ⁻³	H+Al —— mmol _c dm ⁻³ ——	K	Ca	Mg	V %
2008/09									
Milho + <i>U. brizantha</i>	0-10	4,9	37,1	14,3	47,1	1,8	31,6	18,0	52
	10-20	5,1	34,0	7,2	39,3	1,1	36,8	16,8	58
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	0-10	4,8	34,1	13,3	51,5	1,6	29,8	16,4	49
	10-20	5,0	31,6	8,5	43,8	0,9	32,3	15,2	52
2009/10									
Milho + <i>U. brizantha</i>	0-10	5,7	31,5	11,0	35,8	2,9	72,2	26,7	72
	10-20	5,3	32,6	11,2	41,6	1,7	67,6	21,4	68
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	0-10	5,5	36,0	14,0	38,4	2,9	85,8	21,9	74
	10-20	5,1	33,7	9,8	47,2	1,9	78,2	18,8	67

Fonte: Elaboração dos autores.

As forrageiras foram implantadas concomitantemente com a cultura do milho safrinha (semeadura em março), sendo que as sementes das mesmas foram adicionadas juntamente com o adubo no sulco de semeadura. Ambas as áreas foram manejadas em SPD há cinco anos e antes dos consórcios milho + braquiárias também haviam sido cultivadas com a cultura do feijão. Na adubação dos consórcios milho + braquiárias foram utilizados 60 kg ha⁻¹ de N, 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O.

Um dia antes do manejo químico das plantas foram realizadas coletas do material vegetal. O material coletado foi seco em estufa a 65 °C e, em seguida, foram realizadas a pesagem e a transformação dos dados em kg ha⁻¹ de matéria seca. O material foi moído para determinação do teor de N (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997) e teor de C (TEDESCO et al., 1995), posterior cálculo da quantidade de N, expressa em kg ha⁻¹ e da relação C/N.

O manejo químico da área foi realizado no dia 26 de novembro de 2008 e 05 de janeiro de 2010 com a utilização de herbicida glyphosate (1.981 g do i.a ha⁻¹), sendo que no ano de 2010, oito dias após o manejo, foi aplicado o herbicida dicloreto de paraquat (300 g do i.a ha⁻¹).

As semeaduras da cultura do feijão foram realizadas no dia 16 de dezembro de 2008 e 09 de fevereiro de 2010. Para isso, foi utilizada uma semeadora-adubadora da marca Semeato Personale Drill – modelo 13. Utilizou-se a cultivar IAC Alvorada, no espaçamento de 0,45 m e 16 sementes por metro de sulco. Em todos os tratamentos, as sementes foram tratadas com fungicida, inseticida, cobalto e molibdênio. As sementes não foram inoculadas. A aplicação de fósforo e potássio no sulco de semeadura foi realizada levando-se em consideração as características químicas do solo e as recomendações de Ambrosano et al. (1996), tendo sido aplicadas, em ambos os anos agrícolas,

60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 40 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio). Nos dois anos agrícolas, a emergência das plântulas ocorreu aos 6 dias após a semeadura.

A adubação nitrogenada, independentemente do tratamento, foi efetuada de forma parcelada, sendo aplicada metade da dose dois dias após a semeadura e metade no estágio V_{4.4}, cerca de 25 dias após a emergência (DAE). Durante o desenvolvimento da cultura foram realizados tratos fitossanitários recomendados.

Imediatamente antes da aplicação da segunda parcela da adubação nitrogenada (estádio V_{4.4}) e por ocasião do florescimento pleno (estádio R₆), foram realizadas leituras indiretas de clorofila, com o aparelho Minolta SPAD-502, na primeira folha completamente desenvolvida, com uma média de três leituras por folíolo, em dez plantas por parcela. Sendo que no estágio R₆, estas mesmas folhas foram coletadas, com pecíolo, secadas e moídas para determinação do teor de N, segundo metodologia de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Nestes estádios V₄ e R₆ também foram coletadas 10 plantas ao acaso por unidade experimental, que foram submetidas à lavagem, posteriormente secadas e pesadas para a determinação da matéria seca da parte aérea, após pesagem, foram moídas e submetidas à análise para a determinação do teor de N.

Para a avaliação da produtividade de grãos foram colhidas, manualmente, as plantas contidas em duas linhas de 5 metros na área útil de cada unidade experimental, secadas ao sol, por dois dias, e posteriormente trilhadas mecanicamente. Após esta operação, os grãos foram pesados e posteriormente foi calculada a produtividade em kg ha⁻¹, corrigida para 13% de umidade (base úmida).

Os resultados foram submetidos à análise de variância. As médias dos cultivos sobre os diferentes consórcios foram comparadas pelo teste DMS a 5% de probabilidade, enquanto os efeitos das doses de N foram avaliados por meio de análise de regressão, adotando-se como critério para escolha do

modelo a magnitude dos coeficientes de regressão significativos a 5% de probabilidade pelo teste t. Foram realizadas análises de correlação simples entre as características agrônômicas do feijoeiro.

Resultados e Discussão

O cultivo de milho consorciado com *U. brizantha*, no período da safrinha, proporcionou produtividades de massa de matéria seca de 15.430 kg ha⁻¹ e 16.513 kg ha⁻¹, nos anos agrícolas de 2008/09 e 2009/10, respectivamente (Tabela 2). Já no consórcio de milho com *U. ruziziensis* foram verificadas produtividades de 13.770 kg ha⁻¹ e 16.439 kg ha⁻¹ de matéria seca por ocasião do manejo químico, respectivamente. Ambos os consórcios proporcionaram boa cobertura do solo durante todo o ciclo do feijoeiro. Aidar et al. (2000), na safra de verão, constataram que a palhada da *U. brizantha*, associada aos restos da cultura do milho e palhada de *U. ruziziensis*, também nesta associação, ultrapassaram respectivamente 16.000 kg ha⁻¹ e 17.600 kg ha⁻¹ de matéria seca antes da semeadura do feijoeiro de inverno, quantidade esta que foi suficiente para proteção plena do solo por mais de 107 dias (ciclo do feijão). Estes resultados estão de acordo com Crusciol et al. (2009) que citam que a produção de palhada nos consórcios de milho ou sorgo com forrageiras perenes tem oscilado entre 8.000 e 20.000 kg ha⁻¹ e essa amplitude é decorrente de vários fatores, sendo os principais: espécie, clima, solo e manejo.

Verificou-se pouca variação do teor de N na matéria seca da palhada, sendo de 10,1 e 10,2 g kg⁻¹ na biomassa do consórcio milho + *U. brizantha*, o que resultou no acúmulo de 155,8 e 168,4 kg ha⁻¹ de N, respectivamente nos anos agrícolas 2008/09 e 2009/10 (Tabela 2). Quanto ao consórcio milho + *U. ruziziensis* os teores de 10,5 e 8,8 g kg⁻¹ de N resultaram em acúmulo de 145,1 e 143,8,4 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, em 2008/09 e 2009/10. Binotti (2009) verificou acúmulo de 7,5 g de N kg⁻¹ de biomassa de *U. brizantha* consorciada com milho, na safra de verão. Além disso, verifica-se

que nos dois experimentos a relação C/N esteve sempre acima de 30 (Tabela 2). Segundo Cantarella (2007), o ponto de equilíbrio entre os processos de imobilização e mineralização de N à solução do solo ocorre com uma relação C/N de 25 a 30,

sendo que valores entre 12 e 25 são favoráveis à mineralização enquanto quocientes mais largos, 50/1, por exemplo, em palhadas de gramíneas, favorecem a imobilização.

Tabela 2. Massa de matéria seca, quantidade de N acumulado e relação C/N nas coberturas vegetais presentes na superfície do solo, coletados um dia antes do manejo químico, nos anos agrícolas de 2008/09 e 2009/10.

Palhada	Massa de matéria seca — kg ha ⁻¹ —	N acumulado — kg ha ⁻¹ —	Relação C/N
2008/09			
Milho + <i>U. brizantha</i>	15.430	155,8	35,72
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	13.770	145,1	36,24
2009/10			
Milho + <i>U. brizantha</i>	16.513	168,4	37,11
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	16.439	143,8	44,83

Fonte: Elaboração dos autores.

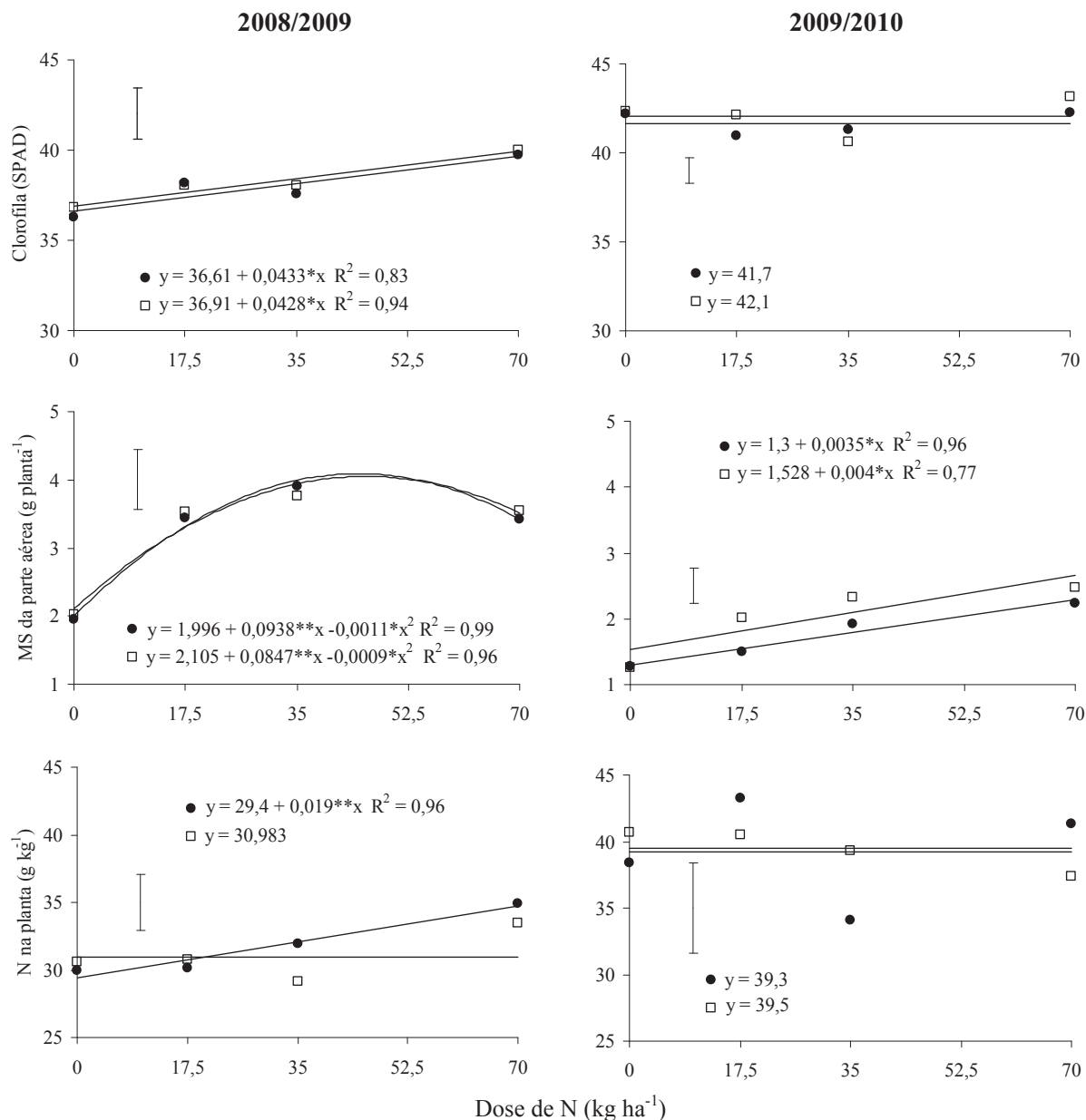
A aplicação de N proporcionou aumento linear no índice relativo de clorofila (SPAD) nas folhas do feijoeiro, no estágio V₄, sobre os dois tipos de palhada, no ano agrícola 2008/09 (Figura 2). No segundo ano agrícola (2009/10), os valores SPAD foram maiores que no primeiro, porém, não houve efeito das doses de N.

Com relação à matéria seca da parte aérea das plantas, no estágio V₄, a aplicação de N proporcionou incremento significativo independente da palhada remanescente, sendo que no primeiro ano agrícola, foram constatadas repostas quadráticas até a dose máxima estimada de 42,6 kg ha⁻¹ e 47,0 kg ha⁻¹, respectivamente, para os cultivos após milho + *U. brizantha* e após milho + *U. ruziziensis* (Figura 2). Já no segundo ano agrícola a aplicação de N proporcionou aumento linear nos valores dessa variável das plantas de feijão cultivadas em sucessão as duas palhadas. Estes resultados evidenciam que, apesar do teor de N nas folhas dos tratamentos sem aplicação de N mineral estar dentro da faixa considerada adequada, o feijoeiro respondeu a aplicação de N. O N tem extrema importância na produção de matéria seca, por se tratar de constituinte da molécula de clorofila e,

portanto, tem influência na fotossíntese promovendo o crescimento vegetativo do feijoeiro (SILVEIRA; DAMASCENO, 1993). Barbosa et al. (2010) constataram que as doses crescentes de N aplicadas em cobertura proporcionaram incrementos positivos para a massa seca de plantas.

No estágio V₄, as doses de N aumentaram o teor desse elemento apenas na parte aérea da plantas cultivadas após milho + *U. brizantha*, no primeiro ano agrícola (Figura 2). A ausência de efeito das doses de N nos índice relativo de clorofila e no teor de N nas plantas de feijão se devem, provavelmente, a um efeito diluição, já que a aplicação do nutriente aumentou o acúmulo de matéria seca pelas plantas. Contudo, houve correlação positiva do teor de clorofila com o teor de N na parte aérea da planta no estágio V₄, no primeiro ano agrícola (r=0,43, p=0,013). O incremento no índice relativo de clorofila com o teor de N na folha é justificado pelo fato deste elemento fazer parte da molécula de clorofila (TAIZ; ZEIGER, 2009). Soratto, Carvalho e Arf (2004) verificaram que o teor de N nas folhas apresentou correlação alta e significativa com o teor de clorofila do feijoeiro, porém, no estágio R₆.

Figura 2. Índice relativo de clorofila, matéria seca da parte aérea e teor de N na parte aérea no estágio V₄ do feijoeiro cultivado em SPD sobre resíduos de milho + *U. brizantha* (●) e milho + *U. ruziziensis* (□), em função da aplicação de doses de N. Barras verticais são indicativo do valor de DMS do teste t (P=0,05).

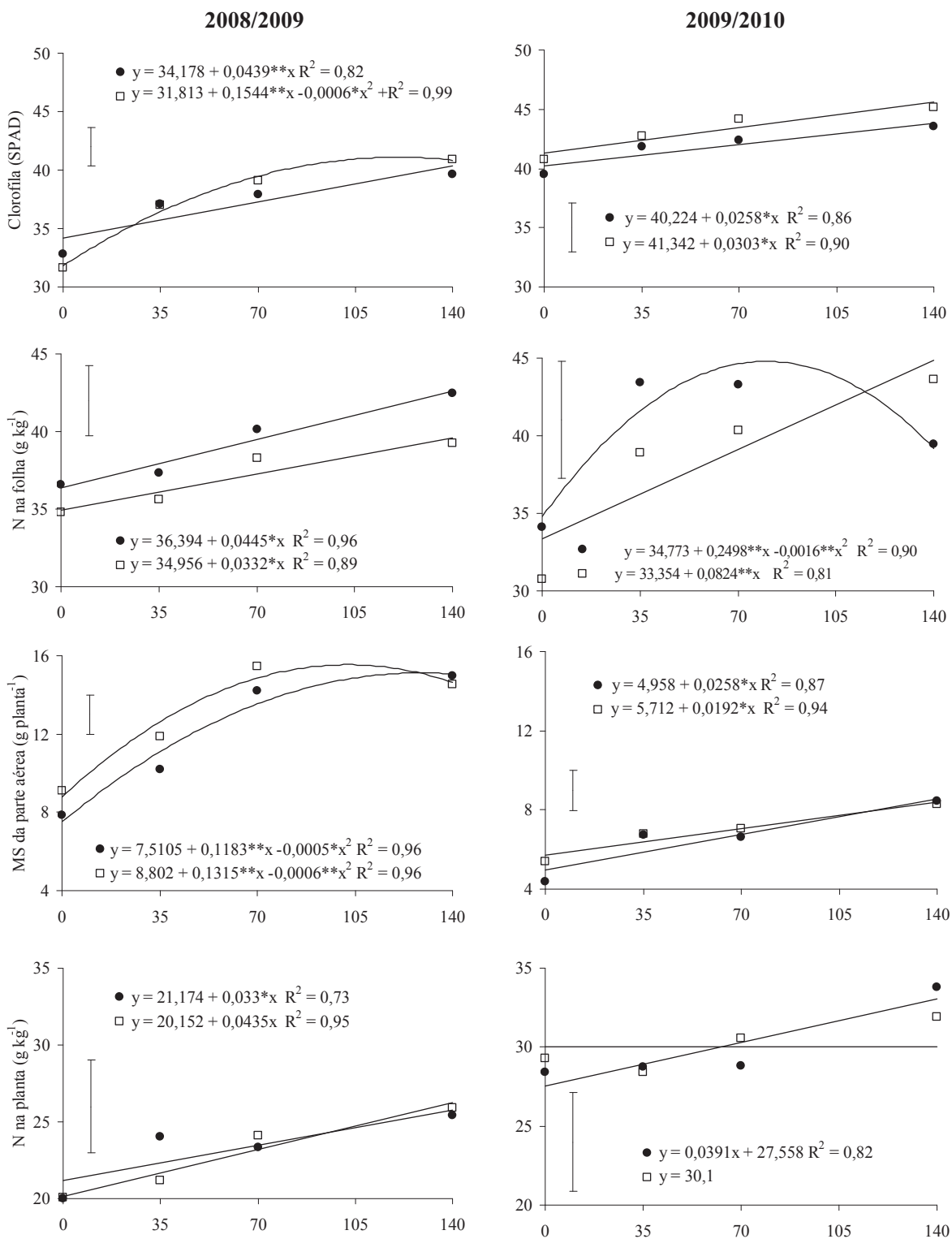


Fonte: Elaboração dos autores.

Vale destacar que, no segundo ano agrícola, de modo geral, foram observados maiores teores de N nas folhas do feijoeiro, decorrentes, provavelmente de um efeito de concentração, já que neste ano

o crescimento das plantas foi menor, devido às condições climáticas menos favoráveis na fase inicial de desenvolvimento da cultura (Figuras 1 e 2).

Figura 3. Índice relativo de clorofila, matéria seca da parte aérea, teor de N na parte aérea e teor de N na folha no estágio R₆ do feijoeiro cultivado em SPD sobre resíduos de milho + *U. brizantha* (●) e milho + *U. ruziziensis* (□), em função da aplicação de doses de N. Barras verticais são indicativo do valor de DMS do teste t (P=0,05).



Fonte: Elaboração dos autores.

Nas avaliações do estágio R_6 (Figura 3), foi verificado que a aplicação de N aumentou o índice relativo de clorofila nos dois anos agrícolas, com repostas lineares com valores SPAD máximos de 39,67 e 43,50, respectivamente em 2008/09 e 2009/10, no cultivo após milho + *U. brizantha* e, no cultivo após milho + *U. ruziziensis* proporcionou aumento quadrático no índice relativo de clorofila até a dose máxima estimada em 128,7 kg ha⁻¹ de N com o maior valor SPAD estimado em 41,7, no primeiro ano agrícola, sendo que no segundo ano a aplicação de N promoveu aumento linear até o valor SPAD de 43,50. Esses resultados indicam que no estágio R_6 as plantas estavam mais bem nutridas de N do que no estágio V_4 , possivelmente devido à mineralização do N imobilizado no começo do ciclo da cultura. Crusciol et al. (2009) citaram que aos 34 dias após o manejo aproximadamente 47% do N contido na palhada da *U. brizantha* já havia sido liberado para o solo, ou seja, aproximadamente 70 kg ha⁻¹ se considerarmos a quantidade de N acumulada nas palhadas do presente estudo (Tabela 2). Soratto, Carvalho e Arf (2004) após avaliarem o índice de clorofila no estágio R_6 , constataram resposta quadrática do teor de clorofila com o incremento nas doses de N.

Verifica-se que a aplicação de N aumentou o teor de N nas folhas no estágio R_6 nos dois anos agrícolas (Figura 3). No ano agrícola 2009/10, quando o cultivo foi realizado sobre palhada de milho + *U. brizantha*, a aplicação de N proporcionou aumento quadrático do teor de N nas folhas do feijoeiro até a dose estimada de 78,1 kg ha⁻¹. Já no primeiro ano agrícola, e no cultivo em sucessão ao milho + *U. ruziziensis*, no segundo ano, os efeitos das doses de N foram lineares. Deve-se salientar que em todos os tratamentos os teores de N foliar estavam dentro da faixa considerada adequada (30-50 g kg⁻¹) para o feijoeiro por Ambrosano et al. (1996) e Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Tais resultados são indicativos de que mesmo havendo disponibilidade de N, proveniente da mineralização da palhada, a aplicação de N em cobertura incrementa o teor desse

nutriente nas folhas. Arf et al. (2004) citaram que a resposta dessa variável é dependente do teor de N disponível no solo, proveniente da mineralização da matéria orgânica, temperatura, fixação simbiótica de N₂, cultivar, dentre outros.

A aplicação de N proporcionou incremento na matéria seca da parte aérea das plantas, no estágio R_6 , independente da palhada remanescente, sendo que no primeiro ano agrícola, foram constatadas repostas quadráticas até as doses máximas estimadas de 118,3 kg ha⁻¹ e 109,6 kg ha⁻¹, respectivamente, nos cultivos após milho + *U. brizantha* e após milho + *U. ruziziensis* (Figura 3). Já no segundo ano agrícola a aplicação de N proporcionou aumento linear na matéria seca da parte aérea das plantas. Os menores valores de matéria seca da parte aérea observados no segundo ano estão relacionados com as condições climáticas (menor precipitação pluvial e temperaturas) durante a fase vegetativa da cultura (Figura 1).

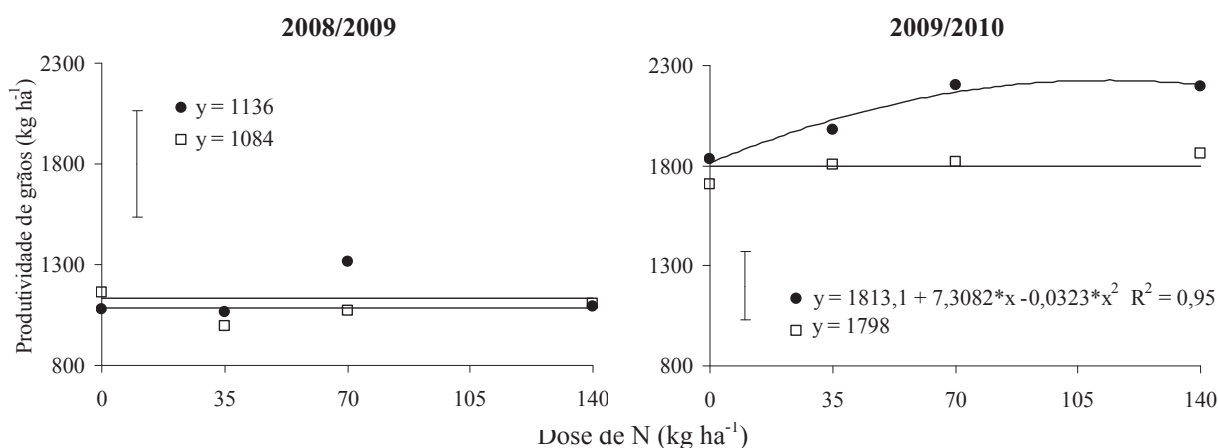
Com relação ao teor de N da parte aérea, somente no feijoeiro cultivado no segundo ano agrícola sobre *U. ruziziensis* não foi verificado aumento significativo, sendo que nas demais situações houve incrementos lineares nos valores dessa variável (Figura 3). Destaca-se ainda que, no primeiro ano agrícola, independentemente do consórcio antecedente, a matéria seca da parte aérea das plantas apresentou correlação significativa com o teor de N nas plantas ($r=0,69$, $p<0,01$), demonstrando que o desenvolvimento da cultura de feijão depende de um adequado suprimento de nutrientes (KANEKO et al., 2010). Esta correlação indica que uma planta bem nutrida em N apresenta melhor desenvolvimento vegetativo. Oliveira, Araújo e Dutra (1996) citam que o N é um dos nutrientes mais absorvidos pelo feijoeiro.

A aplicação de N promoveu incremento quadrático na produtividade de grãos somente no feijoeiro cultivado sobre *U. brizantha*, no segundo ano agrícola, com a maior produtividade sendo obtida com a dose estimada de 113 kg ha⁻¹

de N (Figura 4). O feijoeiro apresentou maior produtividade de grãos, quando cultivado em sucessão a *U. brizantha*, em comparação a *U. ruziziensis*, quando submetido à maiores doses de N. Silva et al. (2009) não constatarem diferença estatística significativa, com o incremento das doses de N utilizadas para adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro comum, cultivar IAPAR 81, semeado em SPD, após soja ou milho. Já Crusciol et

al. (2007) verificaram aumento da produtividade do feijoeiro cultivado em SPD, mediante a aplicação de N em cobertura. Segundo Pelegrin et al. (2009), a variabilidade nas respostas do feijoeiro às doses de N, nos diferentes experimentos, tem sido verificada especialmente em função dos níveis de fertilidade do solo e outras técnicas empregadas nos sistemas produtivos, destacando-se o uso de sistemas de irrigação.

Figura 4. Produtividade de grãos do feijoeiro cultivado em SPD sobre resíduos de milho + *U. brizantha* (●) e milho + *U. ruziziensis* (□), em função da aplicação de doses de N. Barras verticais são indicativo do valor de DMS do teste t ($P=0,05$).



Fonte: Elaboração dos autores.

No ano agrícola de 2008/09, que a produtividade de grãos foi menor do que em 2009/10, independente da dose de N aplicada, mesmo com melhores condições climáticas para o desenvolvimento das plantas (Figura 1). Este fato é justificado pela elevada infestação de lagarta falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*) na cultura durante a fase reprodutiva no primeiro ano experimental. A ocorrência da praga, provavelmente foi o motivo para a ausência de efeito significativo das correlações entre a nutrição nitrogenada das plantas com a produtividade no primeiro ano, já que foram observados efeitos positivos da aplicação de N no índice relativo de

clorofila, teor de N nas folhas e plantas e matéria seca da parte aérea.

Conclusões

A aplicação de N melhora a nutrição nitrogenada e aumenta o crescimento do feijoeiro cultivado no SPD, em sucessão ao milho safrinha consorciado com *U. brizantha* ou *U. ruziziensis*, porém, pouco influencia a produtividade de grãos.

A produtividade de grãos do feijoeiro é semelhante em sucessão ao milho consorciado com *U. brizantha* e *U. ruziziensis*.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela concessão de bolsa aos autores.

Referências

- AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J.; CARNEIRO, G. E. S.; SILVA, J. G.; DEL PELOSO, M. J. Bean production and white mould incidence under no-till system. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, East Lansing, v. 43, n. 1, p. 150-151, 2000.
- AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. van; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico e Fundação IAC, 1996. p. 189-203. (Boletim técnico, 100).
- ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 2, p. 131-138, 2004.
- BARBOSA, G. F.; ARF, O.; NASCIMENTO, M. S.; BUZETTI, S.; FREDDI, O. S. Nitrogênio em cobertura e molibdênio foliar no feijoeiro de inverno *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 32, n. 1, p. 117-123, 2010.
- BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M. da; MESQUITA, M. A. M. Produtividade do feijoeiro irrigado devido a reguladores de crescimento e culturas antecessoras de cobertura. *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 3, p. 371-375, 2010.
- BINOTTI, F. F. da S. *Manejo do nitrogênio no feijoeiro de inverno em sucessão a milho e Brachiaria em sistema de plantio direto*. Ilha Solteira, 2009. Tese (Doutorado em Agronomia / Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia. Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.
- BINOTTI, F. F. da S.; ARF, O.; SÁ, M. E. de; BUZETTI, S.; ALVAREZ, A. C. C.; KAMIMURA, K. M. Fontes, doses e modo de aplicação de nitrogênio em feijoeiro no sistema plantio direto. *Bragantia*, Campinas, v. 68, n. 2, p. 473-481, 2009.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470.
- CARVALHO, M. A. de C.; FURLANI JUNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M. E. de; PAULINO, H. B.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 445-450, 2003.
- CECCON, G.; PALOMBO, L.; MATOSO, A. O.; NETO NETO, A. L. Uso de herbicidas no consórcio de milho safrinha com *Brachiaria ruziziensis*. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 359-362, 2010.
- COSTA, J. L. S.; RAVA, C. A. Influência da braquiária no manejo de doenças do feijoeiro com origem no solo. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. *Integração lavoura-pecuária*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 523-533.
- CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; BORGHI, E.; MATEUS, G. P. Integração lavoura-pecuária: benefícios das gramíneas perenes nos sistemas de produção. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, n. 125, p. 2-15, 2009.
- CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; SILVA, L. M.; LEMOS, L. B. Fontes e doses de nitrogênio para o feijoeiro em sucessão a gramíneas no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1545-1552, 2007.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação dos solos. Brasília: Embrapa STI, 2006. 412 p.
- KANEKO, F. H.; ARF, O.; GITTI, D. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P.; BUZETTI, S. Mecanismos de abertura de sulcos, inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro em sistema plantio direto. *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 1, p. 125-133, 2010.
- KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. Desempenho de culturas anuais sobre palhada de braquiária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). *Integração lavoura-pecuária*. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 499-522.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafos, 1997. 308 p.
- MORO, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; CARVALHO, L. L. T. de. Épocas de aplicação de nitrogênio para híbridos de mamona no sistema plantio direto na safrinha. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 32, n. 2, p. 391-410, 2011.
- OLIVEIRA, I. P.; ARAUJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.). *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 169-221.

- PELEGRIN, R.; MERCANTE, F. M.; OTSUBO, I. M. N.; OTSUBO, A. A. Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 219-226, 2009.
- SILVA, E. F.; MARCHETTI, M. E.; SOUZA, L. C. F. de; MERCANTE, F. M.; RODRIGUES, E. T.; VITORINO, A. C. T. Inoculação do feijoeiro com *Rhizobium tropici* associada à exsudato de *Mimosa flocculosa* com diferentes doses de nitrogênio. *Bragantia*, Campinas, v. 68, n. 3, p. 443-451, 2009.
- SILVA, T. R. B. da. *Adubação nitrogenada e resíduos vegetais no desenvolvimento do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) em sistema de plantio direto*. 2002. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia. Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.
- SILVEIRA, P. M. da; BRAZ, A. J. B. P.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado sob plantio direto em sucessão de culturas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 40, n. 4, p. 377-381, 2005.
- SILVEIRA, P. M. da; DAMASCENO, M. A. Doses e parcelamento de K e de N na cultura do feijoeiro irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 28, n. 12, p. 1269-1276, 1993.
- SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. de C.; ARF, O. Nitrogênio em cobertura no feijoeiro cultivado em plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 259-265, 2006.
- SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. de C.; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 9, p. 895-901, 2004.
- SORATTO, R. P.; CARVALHO, R. L. T. de; PILON, C.; GIORGETTI, A. A.; SOUZA, G. D. Épocas de antecipação do nitrogênio para feijoeiro no sistema plantio direto após milho solteiro ou consorciado com *Brachiaria brizantha*. In: FERTBIO, 2008, Londrina. *Resumos...* Londrina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2008. p. 4.
- SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B. da; ARF, O.; CARVALHO, M. A. C. Níveis e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado em plantio direto. *Cultura Agrônômica*, Ilha Solteira, v. 10, n. 1, p. 89-99, 2001.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed. 2009. 848 p.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. *Análise de solo, plantas e outros materiais*. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. (Boletim Técnico de Solos, 5).