

Características Fitométricas, Teor de Proteína e Produtividade do Milho Sob Influência de Sistemas de Cultivo e da Aplicação Parcelada de Nitrogênio no Cultivo Antecessor

Antonio Carlos de Almeida Carmeis Filho¹, Celso Antonio Jardim², Tatiana Pagan Loeiro da Cunha³, Fábio Luiz Checchio Mingotte⁴, Leandro Borges Lemos⁵, Domingos Fornasieri Filho⁶

¹ Aluno de Mestrado do Programa de Produção Vegetal - FCAV/UNESP - Câmpus de Jaboticabal, SP, tonycarmeis@hotmail.com ² Aluno de Doutorado do Programa de Produção Vegetal - FCAV/UNESP - Câmpus de Jaboticabal, SP, cejardim@yahoo.com.br ³ Aluna de Mestrado do Programa de Produção Vegetal - FCAV/UNESP - Câmpus de Jaboticabal, SP, bolsista Capes, tatiana.pagan@hotmail.com ⁴ Aluno de Doutorado do Programa de Produção Vegetal - FCAV/UNESP - Câmpus de Jaboticabal, SP, bolsista Fapesp, flcmingotte@gmail.com ⁵ Professor Assistente Doutor do Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista - UNESP. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/nº, CEP 14884-900, Jaboticabal, SP, bolsista CNPq, leandrobl@fcav.unesp.br ⁶ Professor Titular, Campus FCAV/UNESP – Jaboticabal, SP, fornasieri@fcav.unesp.br

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar as características fitométricas, teor de proteína e produtividade de grãos do milho sob influência de sistemas de cultivo e da aplicação parcelada de nitrogênio no cultivo antecessor, no caso a cultura do feijoeiro, em Jaboticabal, SP. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, num esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. As parcelas foram representadas por dois sistemas de cultivo, com a cultura de milho exclusivo e consorciado com braquiária. As subparcelas foram formadas por dez parcelamentos da adubação nitrogenada, na dose 90 kg ha⁻¹ em cobertura (uréia), fornecida uma única vez e em três estádios fenológicos da cultura do feijoeiro (V3 - presença do primeiro trifólio, V4 - presença do terceiro trifólio e R5 - pré-florescimento). Os parâmetros altura de planta, altura de inserção da espiga principal, diâmetro do colmo e o teor de proteína bruta foram influenciados pelos sistemas de cultivo, sendo os valores mais elevados no milho exclusivo. O teor de nitrogênio foliar sofre efeito da interação sistemas de cultivo x adubação residual do nitrogênio. A produtividade de grãos de milho não difere em comparação aos sistemas de cultivo e da adubação nitrogenada residual aplicada na cultura do feijoeiro.

Palavras-chave: *Zea mays* L., *Brachiaria ruziziensis*, *Phaseolus vulgaris*, integração lavoura-pecuária, consórcio.

Introdução

Na atual conjuntura da agropecuária nacional, observa-se a plena expansão de sistemas conservacionista como o plantio direto e a consorciação de lavouras com forrageiras, a preocupação com a utilização racional de água e insumos, além da constante preocupação com a competitividade e sustentabilidade do agroecossistema, já que estes são componentes necessários para a viabilidade desta atividade econômica (TSUMANUMA, 2009).

O uso intensivo de adubos que são fonte de nitrogênio (N), sendo este o elemento mineral mais exigido pela maioria das culturas, pode gerar problemas econômicos,

ambientais, de saúde pública e de segurança alimentar (CARVALHO et al., 2011). Em razão disso, o conhecimento da dinâmica de decomposição e de liberação de N dos resíduos culturais é fundamental para que as plantas de cobertura possam ser eficientemente introduzidas no sistema de produção de milho, sendo necessário compatibilizar a máxima persistência dos resíduos culturais na superfície do solo com o fornecimento adequado de N ao milho (AITA & GIACOMINI, 2003).

Em sistemas consorciados a associação entre espécies é específica e depende das condições edafoclimáticas locais. Fatores como a compatibilidade entre as espécies, a fertilidade, o manejo do solo e o conhecimento de como as espécies consorciadas são afetadas pela competição são de grande importância para o sucesso no estabelecimento da forrageira e na produção satisfatória da cultura (QUARESMA et al., 2010).

Em áreas de lavoura com solos devidamente corrigidos, foi preconizado o sistema consorciado de culturas graníferas com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Brachiaria*. A braquiária é uma boa opção de forrageira, pois apresenta custo relativamente baixo de implantação, rápido crescimento, além de produzir massa verde, a qual protege o solo dos excessos climáticos, bem como de poder servir de alimento para animais na entressafra (KLUTHCOUSKI et al., 2000; PEREIRA et al., 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características fitométricas, teor de proteína e produtividade de grãos do milho sob influência de sistemas de cultivo e da aplicação parcelada de nitrogênio no cultivo antecessor, no caso a cultura do feijoeiro, em Jaboticabal, SP.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal-SP, UNESP, sob sistema irrigado do tipo aspersão convencional, em um Latossolo Vermelho-escuro eutroférico. O clima de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Aw, subtropical, com verões quentes e úmidos, e invernos frios e secos, com altitude média de 595 m.

Antes da instalação do experimento foi realizada a amostragem de solo na profundidade de 0-20 cm e, de acordo com a análise química do solo foram encontrados os seguintes valores: pH (CaCl₂) 4,2; M.O. 22 g kg⁻¹ P (resina) 53 mg dm⁻³; H+Al, K, Ca, Mg, SB e CTC 18, 4,2, 34, 15, 53,2 e 71,2 mmolc dm⁻³ respectivamente e V de 74,7%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, num esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram representadas por dois sistemas de cultivo: milho exclusivo (Sistema 1) e milho consorciado com braquiária (Sistema 2) (*Brachiaria ruziziensis*). As subparcelas foram formadas por dez parcelamentos da adubação nitrogenada, na dose 90 kg ha⁻¹ em cobertura (uréia), fornecida uma única vez e em três estádios fenológicos da cultura do feijoeiro (V3 - presença do primeiro trifólio, V4 - presença do terceiro trifólio e R5 - pré-florescimento), conforme descrita a seguir: P1=0+0+0; P2=0+90+0; P3=30+60+0; P4=60+30+0; P5=30+0+60; P6= 60+0+30; P7=0+60+30; P8=45+45+0; P9=0+45+45; P10=45+0+45. A dose de nitrogênio em cobertura refere-se à classe de resposta alta em razão de ser cultura irrigada e cultivo após gramíneas, seguindo recomendações de Ambrosano et al. (1997). Como fonte de N foi utilizada a uréia em filete contínuo a 10 cm da linha da cultura sem incorporação. Cada subparcela foi composta por dez linhas de feijão, semeadas dia 03 de agosto de 2009, espaçadas a 0,45 metros, com cinco metros de comprimento. Adotou-se a cultivar Pérola na densidade populacional estimada de 12 sementes por metro, equivalente a 266.000 plantas ha⁻¹. A adubação de semeadura foi constituída de 200 kg ha⁻¹ do adubo formulado 5-15-10 (N-P-K).

Na cultura do milho adotou-se o híbrido simples DKB 390 YG, com semeadura mecânica realizada no dia 17 de dezembro de 2009, na densidade populacional estimada de 60.000 plantas por ha, com linhas espaçadas a 0,9 metros. A adubação de semeadura foi constituída de 30 kg ha⁻¹ de N, 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O (250 kg ha⁻¹ da fórmula 8-20-20); em cobertura foram utilizados 140 kg ha⁻¹ de N (na forma de uréia), realizada quando o milho atingiu o estágio V6 (RAIJ & CANTARELLA, 1997). No consórcio com milho e *B. ruziziensis*, a cultura do milho foi instalada nos mesmos procedimentos já citados, efetuando a semeadura da *B. ruziziensis* na densidade de 500 pontos de valor cultural ha⁻¹, no momento da semeadura do milho, na proporção de duas linhas a cada entre linha do milho.

Foram avaliados os seguintes parâmetros: altura de planta (m), altura de inserção da espiga principal (m), diâmetro do colmo (mm), teor de proteína bruta (%), nitrogênio foliar (g kg⁻¹) - por ocasião do florescimento foram coletados o terço central de dez folhas, opostas à espiga principal, dentro da área útil de cada parcela, e produtividade de grãos (kg ha⁻¹).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Os valores referentes aos sistemas de cultivo e parcelamento de N foram submetidos ao teste de agrupamento de Scott & Knott a 5%. Realizou-se o desdobramento da interação sistemas de cultivo x parcelamento do nitrogênio, quando significativa.

Resultados e Discussão

A altura de planta, altura de inserção da espiga principal e diâmetro de colmo, diferiram apenas entre os sistemas de produção, mostrando-se superior para as três variáveis no sistema de milho exclusivo, possivelmente em razão da competição interespecífica (Tabela 1). Mingotte (2011) avaliando sistemas de cultivo observou não haver diferença para altura de planta e inserção da primeira espiga, entre o milho consorciado com braquiária e o milho exclusivo, porém observou redução no diâmetro de colmo de plantas de milho consorciada com a forrageira.

Avaliando interações e interferências de espécies de braquiárias no desempenho da cultura do milho, Tsumanuma (2009) observou que para altura de plantas e diâmetro de colmo, não evidenciou diferença para os tratamentos estudados, demonstrando a inexistência de influência das braquiárias.

A proteína bruta foi influenciada apenas para sistemas de cultivo, sendo que o sistema de milho exclusivo (14,91 %) foi superior ao consorciado (14,17 %). O teor de nitrogênio foliar no milho diferiu entre os sistemas de cultivo, parcelamento residual de nitrogênio e interação entre os fatores (Tabela 2). Mesmo na ausência de adubação nitrogenada, os teores de nitrogênio foliar estão dentro da faixa considerada adequada a cultura do milho (27 a 35 g kg⁻¹) (CANTARELLA et al., 1997).

Em função da interação sistemas de cultivo x parcelamento residual de nitrogênio ter sido significativo para teor de nitrogênio foliar, realizou-se o desdobramento desta variável (Tabela 3). Analisando os sistemas de cultivo dentro dos parcelamentos, notou-se que houve efeito significativo para os tratamentos P2; P5; P6; P7; P8; P9 e P10. Para parcelamentos dentro do Sistema 1 o tratamento P9 foi superior, enquanto que, dentro do Sistema 2, os tratamentos P6 e P7 foram inferiores.

A produtividade do milho não foi influenciada significativamente pelos tratamentos estudados (Tabela 2), esses resultados demonstram a vantagem do sistema consorciado sendo que a forrageira proporciona incremento no conteúdo de matéria orgânica e melhoria nas características físicas, químicas e biológicas do solo, além de mantê-lo coberto, o que reduz as perdas de água por evapotranspiração e suprime o desenvolvimento de plantas daninhas (MIYAZAWA et al., 2000).

Resultados contraditórios foram apresentados por Pariz et al. (2011) que observaram que as forrageiras consorciadas a lanço, com destaque para a *Brachiaria ruziziensis* proporcionaram menor desenvolvimento das plantas de milho, bem como menores valores de

produtividade de grãos. Richard et al. (2010) também observaram maiores produtividades no cultivo do milho solteiros. Constataram que a variação na produtividade do milho em cultivo exclusivo (100%) comparado com a semeadura simultânea das duas espécies foi de 84%.

Conclusão

Os parâmetros altura de planta, altura de inserção da espiga principal, diâmetro do colmo e o teor de proteína bruta foram influenciados pelos sistemas de cultivo, sendo os valores mais elevados no milho exclusivo.

O teor de nitrogênio foliar sofre efeito da interação sistemas de cultivo x adubação residual do nitrogênio.

A produtividade de grãos de milho não difere em comparação aos sistemas de cultivo e da adubação nitrogenada residual aplicada na cultura do feijoeiro. Os resultados obtidos evidenciam a viabilidade da técnica do consórcio entre as espécies.

Literatura Citada

AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.4, p.601-612, 2003.

AMBROSANO, E.J.; WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; CANTARELLA, H. Feijão. In: 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, 2.ed, n.100, p.194-195, 1997. (Boletim Técnico, 100).

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C.E.O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC. 1997. p. 45-71. (Boletim Técnico, 100).

CARVALHO, R.P.; VON PINHO, R.G.; DAVIDE, L.M.C. Desempenho de cultivares de milho quanto à eficiência de utilização de nitrogênio. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.2, p.108-120, 2011.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P.; COSTA, J.L.; SILVA, J.G.; VILELA, L.; BARCELLOS, A.O.; MAGNABOSCO, C.U. **Sistema Santa Fé – Tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28p. (Circular Técnica, 38).

MINGOTTE, F.L.C. **Adubação nitrogenada no feijoeiro de primavera em sucessão à milho e braquiária em plantio direto.** Jaboticabal, SP, 2011. 76 p. (Mestrado – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Jaboticabal/SP).

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; FRANCHINI, J.C. **Neutralização da acidez do perfil do solo por resíduos vegetais.** Informações Agronômicas, v. 92, p. 1-8, 2000.

PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M.V.; BERGAMASCHINE, A.F.; MELLO, L.M.M.; LIMA, R.C. **Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária.** Ciência Rural, v.41, n.5, 2011.

PEREIRA, R.G.; MEDEIROS, P.V.Q.; CAVALCANTE, M.; CRUZ, S.C.S.; BARROS, E.S. **Avaliação de espécies forrageiras como plantas de cobertura sobre os componentes de produção do milho cultivado no sistema de plantio direto.** Revista Caatinga, v.22, n.3, p.01-04, 2009.

QUARESMA, J.P.S.; JAKELAITIS, A.; ALEXANDRINO, E.; OLIVEIRA, A.A.; PITTELKOW, F.K.; ARAÚJO, R. **Produção de milho e braquiário consorciado sob adubação nitrogenada e fosfatada.** Revista Brasileira Ciências Agrárias, v.5, n.4, p.613-620, 2010.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. **Milho para grão e silagem.** In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: IAC, 1997, p. 56-59. (Boletim Técnico, 100).

RICHARD, A.; PASLAUSKI, T.; NOZAKI, M.H.; RODRIGUES, C.M.; FEY, R. **Desempenho de milho safrinha e da *Brachiaria ruziziensis* cv. Comum em consórcio.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.5, n.4, p.497-502, 2010.

TSUMANUMA, G.M. **Desempenho do milho consorciado com diferentes espécies de braquiária, em Piracicaba, SP.** Piracicaba, SP, 2009. 100 p. (Mestrado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP).

Tabela 1 – Valores referentes à altura de planta (m), altura de inserção da espiga principal (m) e diâmetro do colmo (mm) em função do sistema de cultivo e do efeito residual do nitrogênio aplicado na cultura antecessora (feijoeiro), Jaboticabal – SP¹.

Tratamentos	Altura de planta	Altura de inserção da espiga principal	Diâmetro do colmo
Sistemas de cultivo (S)			
Milho Exclusivo (S1)	2,42 a	1,47 a	21,85 a
Milho + Braquiária (S2)	2,27 b	1,42 b	20,00 b
Teste F	56,66**	60,74**	70,11**
CV (%)	3,71	2,02	4,71
Média	2,34	1,44	20,92
Parcelamento de N (P) ²			
P1 (0+0+0)	2,34	1,43	20,16
P2 (0+90+0)	2,35	1,45	21,33
P3 (30+60+0)	2,36	1,46	21,11
P4 (60+30+0)	2,37	1,48	20,59
P5 (30+0+60)	2,37	1,46	21,15
P6 (60+0+30)	2,31	1,42	20,88
P7 (0+60+30)	2,32	1,43	20,92

P8 (45+45+0)	2,35	1,45	21,28
P9 (0+45+45)	2,34	1,45	20,72
P10 (45+0+45)	2,35	1,46	21,12
Teste F	0,62 ^{ns}	0,90 ^{ns}	1,64 ^{ns}
CV (%)	2,85	3,39	3,80
Média	2,34	1,45	20,92
Teste F (S x P)	0,55 ^{ns}	0,48 ^{ns}	1,24 ^{ns}

¹ Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si; ** nível de significância a 1%.

² Quantidade de N aplicado em cobertura nos estádios fenológicos V₃ formação do primeiro trifólio, V₄ presença da terceira folha trifoliolada e R₅ pré-florescimento, respectivamente, na cultura do feijoeiro.

Tabela 2 – Valores referentes a proteína bruta (%), teor de nitrogênio foliar (g kg⁻¹) e produtividade de grãos (kg ha⁻¹) e em função do sistema de cultivo e do efeito residual do nitrogênio aplicado na cultura antecessora (feijoeiro), Jaboticabal – SP¹.

Tratamentos	Proteína Bruta	Teor de N foliar	Produtividade
Sistema de cultivo (S)			
Milho Exclusivo (S1)	14,91 a	29,45 a	6.274
Milho + Braquiária (S2)	14,17 b	26,43 b	6.429
Teste F	51,94**	166,58**	0,23 ^{ns}
CV (%)	3,20	3,75	22,77
Média	14,54	27,94	6.351
Parcelamento de N (P) ²			
P1 (0+0+0)	14,10	27,13 b	6.365
P2 (0+90+0)	15,08	29,14 a	6.585
P3 (30+60+0)	14,60	28,44 a	6.298
P4 (60+30+0)	14,37	28,00 a	6.344
P5 (30+0+60)	14,19	28,26 a	6.412
P6 (60+0+30)	14,99	25,46 c	6.228
P7 (0+60+30)	14,56	27,21 b	6.456
P8 (45+45+0)	14,44	27,39 b	6.445
P9 (0+45+45)	14,49	29,75 a	5.835
P10 (45+0+45)	14,62	28,61 a	6.544
Teste F	1,20 ^{ns}	4,60**	0,90 ^{ns}
CV (%)	5,51	5,71	9,90
Média	14,54	27,94	6.351
Teste F (S x P)	0,83 ^{ns}	2,78**	1,12 ^{ns}

¹ Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si; ** nível de significância a 1%.

² Quantidade de N aplicado em cobertura nos estádios fenológicos V₃ formação do primeiro trifólio, V₄ presença da terceira folha trifoliolada e R₅ pré-florescimento, respectivamente, na cultura do feijoeiro.

Tabela 3 – Desdobramento da interação S x P para o teor de nitrogênio foliar na cultura do milho em sucessão ao feijoeiro. Jaboticabal – SP¹.

Parcelamentos N (P) ²	Sistemas de cultivo	
	Milho Exclusivo (S1)	Milho + Braquiária (S2)
P1 (0+0+0)	28,65 bA	26,60 aA
P2 (0+90+0)	30,45 bA	27,83 aB
P3 (30+60+0)	29,05 bA	27,83 aA
P4 (60+30+0)	28,70 bA	27,30 aA
P5 (30+0+60)	29,40 bA	27,13 aB
P6 (60+0+30)	28,18 bA	22,75 cB
P7 (0+60+30)	29,40 bA	25,03 bB
P8 (45+45+0)	28,88 bA	25,90 aB
P9 (0+45+45)	33,08 aA	26,43 aB
P10 (45+0+45)	29,75 bA	27,48 aB
CV d. Sistema	3,75	
CV d. Parcelamento	5,71	
Média	27,94	

¹ Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si.

² Quantidade de N aplicado em cobertura nos estádios fenológicos V₃ formação do primeiro trifólio, V₄ presença da terceira folha trifoliolada e R₅ pré-florescimento, respectivamente, na cultura do feijoeiro.