

Competitividade de mucuna preta (*Mucuna aterrima*) ou crotalária (*Crotalaria juncea*) sobre a cultura do milho

Oliveira, P.¹, Dias, A.C.R.¹, Favarin, J.L.¹, Christoffoleti, P.J.¹ e Kluthcouski, J.²

¹ Departamento de Produção Vegetal – ESALQ/USP, Caixa Postal 9, CEP 13418-900, Piracicaba-SP. poliveira2007@yahoo.com.br, anacarolina.r.dias@gmail.com, jlfavari@esalq.usp.br, pjchrist@esalq.usp.br ² Embrapa Arroz e Feijão, C.P. 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás-GO, joaok@cnpaf.embrapa.br

Palavras-chave: consórcio, produção, método substitutivo, adubos verdes

Introdução

No Brasil o milho é o principal cereal produzido, sendo cultivado em cerca de 12,5 milhões de hectares, com produção de aproximadamente 42 milhões de toneladas de grãos e produtividade média de 3,3 toneladas por hectare (AGRIANUAL, 2008). Um dos principais fatores responsáveis por essa baixa produtividade média é o manejo incorreto do nitrogênio, cuja eficiência da utilização pela planta é influenciada pelo sistema de cultivo, tipo de fertilizante, formas de manejo e condições edafoclimáticas (AMADO et al., 2002).

Por ser uma planta de ciclo fotossintético C4, o milho é considerado uma espécie promissora para cultivos consorciados. Entende-se por consorciação de culturas o sistema de cultivo em que são semeadas duas ou mais espécies em uma mesma área de modo que uma cultura conviva com a outra em todo, ou parte, do seu ciclo de vida (PORTES, 1984). A vantagem dos consórcios decorre do melhor Uso Eficiente da Terra (UET), proporcionando, quase sempre, valores globais de produção superiores à exploração solteira das culturas em questão (KLUTHCOUSKI et al., 1997).

O cultivo consorciado de milho com forrageiras gramíneas tem tido resultados positivos, uma vez que, a produção de grãos não é, em geral, afetada pelas forrageiras (KLUTHCOUSKI & AIDAR, 2003; BORGHI & CRUSCIOL, 2007). Porém, apesar de o cultivo de milho com espécies leguminosas não ser adotado em larga escala, tem sido avaliado experimentalmente com resultados também positivos. Heinrichs et al. (2005) observaram que no primeiro ano de cultivo, o rendimento de grãos de milho não foi influenciado pelo cultivo consorciado com adubos verdes, sendo que no segundo ano, o rendimento de milho foi beneficiado pelo cultivo consorciado com feijão-de-porco. Além disso, Nunes et al. (2006) observaram que o consórcio de milho com guandu favoreceu o vigor da semente de milho.

Quando cultivadas em consórcio, as plantas competem por um ou mais fatores como água, luz, nutrientes (PITELLI, 1985), dióxido de carbono ou temperatura, podendo resultar em menores produtividades do que quando em cultivadas no sistema de monoculturas (PORTES, 1996). Por isso, para identificar competidor mais agressivo, ou mais adaptado ao sistema de produção, entre as espécies em consórcio e entender como elas interagem entre si, pode-se desenvolver experimentos substitutivos, nos quais são cultivadas as espécies isoladas e em consórcio em diferentes proporções (COUSENS, 1991). O objetivo principal desse tipo de experimento é determinar a produção total das misturas de espécies e comparar com a produção da monocultura (RADOSEVICH & ROUSH, 1990).



Diante disso, o objetivo desse estudo foi avaliar a competitividade dos adubos verdes mucuna preta (*Mucuna aterrima*) ou crotalária (*Crotalaria spectabilis*) com plantas de milho por meio de diferentes proporções de plantas dessas espécies.

Material e métodos

O experimento foi desenvolvido em casa-de-vegetação do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, em Piracicaba – SP – Brasil (22° 42' 30" latitude sul, 47° 38' 00" longitude oeste e 546 m de altitude), no período compreendido entre Outubro e Dezembro de 2009. As espécies estudadas em competição com o milho foram mucuna (*Mucuna aterrima*) e crotalária (*Crotalaria juncea*).

O solo utilizado é de textura argilosa, cujos resultados da análise química e física de rotina foram: pH (CaCl₂): 4,9; MO: 22 g dm⁻³; P (res.): 11 mg dm⁻³; S 3 mg dm⁻³; K, Ca, Mg, Al, H+Al, SB e T (mmol_c dm⁻³): 4,1; 37; 14; 1; 47; 55,1 e 102,1, respectivamente; V(%) 54 ; e percentual de silte, argila e areia total: 7, 40 e 53, respectivamente.

O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso com quatro repetições. O esquema de tratamentos foi fatorial completo 2 x 5, em que duas foram as espécies de adubos verdes e cinco foram as proporções de competição com a cultura do milho. As proporções foram baseadas em modelos substitutivos de competição (COUSENS, 1991), mantendo-se sempre a população de quatro plantas, distribuídas uniformemente nas parcelas, o que corresponde à densidade estimada de 60 plantas m⁻². As proporções utilizadas foram (milho:adubo verde): 4:0, 3:1, 2:2, 1:3 e 0:4. Em termos percentuais, estas proporções correspondem a 100, 75, 50, 25 e 0% de plantas de milho e o inverso de mucuna ou crotalária, ou seja, 0, 25, 50, 75 e 100%. Os valores percentuais também podem identificar a produção esperada de cada espécie, caso sejam competitivamente equivalentes.

As parcelas constaram de vasos plásticos com capacidade para 10 L, preenchidos com solo devidamente fertilizado com 10 gramas da fórmula 08-28-16 (N - P₂O₅ - K₂O) para atingir as necessidades nutricionais do milho. Os vasos foram irrigados por aspersão automatizada, sem a ocorrência de deficiência hídrica para o desenvolvimento normal das plantas.

A semeadura e a adubação de implantação ocorreram no dia 09/10/2009. Utilizou-se o híbrido de milho BRS 1035, cujas sementes foram tratadas com o inseticida imidacloprid + thiodicarb (Cropstar[®]) com dose de 0,3 L de produto comercial para 60.000 sementes (0,03 L para 100 kg de sementes). Para o milho foram distribuídas três sementes, para mucuna quatro e para crotalária cinco sementes, das quais manteve-se uma única planta. A emergência das plantas de milho, crotalária e mucuna ocorreu, respectivamente, aos seis, sete e nove dias após a semeadura (15/10; 16/10 e 18/10). Realizou-se o desbaste nas parcelas mantendo-se as proporções desejadas, aos oito dias após a emergência da mucuna (26/10/2009), para garantir desenvolvimento inicial pleno das três espécies, visto que a mucuna foi mais lenta nesse processo.

A adubação nitrogenada em cobertura ocorreu no momento equivalente aos estádios 4 a 5 do milho (25 DAE, 9/11/2009) na dose de 1,3 g N planta⁻¹, na forma de uréia (2,8 g uréia planta⁻¹), o que corresponderia a uma dose de 170 kg uréia ha⁻¹ em uma população de 60.000 plantas.

Aos 61 dias após a emergência (15/12/2009), no momento equivalente ao estágio fenológico do milho 5 (plantas apresentando emissão de pólen) foram avaliadas a massa da matéria seca da parte aérea (g vaso⁻¹) e a área foliar (cm² vaso⁻¹), com auxílio do medidor de área



modelo LICOR LI-3100 (LI-COR, inc., Lincoln, Nebraska, EUA), das três espécies. Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando da significância do teste “F”, foi aplicado teste de médias Tukey com 5% de significância. As produções observadas e esperadas foram comparadas por meio do desvio padrão das produções observadas.

Resultados e discussão

A área foliar (AF) do milho foi influenciada pela espécie leguminosa (Tabela 1), em que o cultivo consorciado com mucuna preta apresentou maior AF média ($15.753 \text{ cm}^2 \text{ vaso}^{-1}$) comparado ao consórcio com crotalária ($13.643 \text{ cm}^2 \text{ vaso}^{-1}$), o que também foi observado para massa da matéria seca (MS) das plantas de milho. Em relação à proporção de plantas, tanto a AF quanto a MS do milho reduziram significativamente com a diminuição da proporção do milho (Tabela 1). Esses resultados permitem duas inferências: (i) a mucuna preta beneficiou a produção de MS do milho ou (ii) a crotalária prejudicou a produção de MS do milho. As produções médias de MS das leguminosas não diferenciaram entre si (Tabela 2), enquanto que a mucuna preta apresentou maior AF ($15.753 \text{ cm}^2 \text{ vaso}^{-1}$) que a crotalária ($13.943 \text{ cm}^2 \text{ vaso}^{-1}$), o que pode ser explicado pelo maior limbo foliar inerente à primeira espécie.

Ao avaliar os valores de cada proporção (Figura 1) observou-se que a crotalária, em todas as proporções de plantas, apresentou MS e, mais pronunciadamente, AF abaixo do esperado. O milho, por sua vez, apresentou MS e AF sempre acima do esperado, independentemente da proporção de plantas. Esses resultados permitem inferir que a crotalária não prejudicou o milho, tanto em sua produção de MS quanto em AF, sendo negativamente influenciada pela presença do milho.

Tabela 1 – Área foliar e massa da matéria seca de milho em consórcio com crotalária (*Crotalaria spectabilis*) ou mucuna preta (*Mucuna aterrima*) aos 61 dias após a emergência do milho (estádio 5 – plantas apresentando emissão de pólen) em uma densidade de 60 plantas m^{-2}

Proporção de milho (%)	Área Foliar ($\text{cm}^2 \text{ vaso}^{-1}$)			Massa da matéria seca (g vaso^{-1})		
	Consórcio com crotalária	Consórcio com mucuna preta	Média ¹	Consórcio com crotalária	Consórcio com mucuna preta	Média
100	18.748	22.698	20.723 a	178,3	251,8	215,1 a
75	16.411	17.388	16.900 b	180,1	167,6	173,8 ab
50	12.035	13.964	13.000 c	135,7	184,4	160,0 b
25	7.379	8.963	8.171 d	92,5	111,8	102,1 c
Média	13.643 B	15.753 A	–	146,7 B	178,9 A	–
	F _(sp) = 13,1 ^{**} DMS _(sp) = 1.211			F _(sp) = 7,6 [*] DMS _(sp) = 24,4		
	F _(prop) = 85,2 ^{**} DMS _(prop) = 2.296			F _(prop) = 15,9 ^{**} DMS _(prop) = 46,2		
	F _(sp x prop) = 1,2 ^{ns} CV (%)= 11,20			F _(sp x prop) = 2,5 ^{ns} CV (%)= 20,36		

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula entre proporções e maiúsculas entre espécies, não diferem entre si pelo teste Tukey 5%. ** significativo a 1%, * significativo a 5% e ^{ns} não significativo

Em relação ao consórcio com mucuna preta (Figura 2), observou-se que esta leguminosa não foi influenciada negativamente pelo milho, uma vez que tanto a AF quanto a produção de MS foi sempre acima do esperado, em todas as proporções de plantas. Em relação ao milho, observou-se AF muito próximo mas sempre acima do esperado e sua produção de MS foi



abaixo do esperado apenas na proporção de 75% plantas de milho e 25% planta de mucuna, em que a MS da leguminosa foi acima do esperado.

Uma vez que se observou, em ambos os consórcios, produção maior que a esperada para uma espécie (milho) e abaixo da esperada para a outra espécie utilizada (mucuna preta ou crotalária) entende-se que houve a situação competitiva de compensação. Diante disso, conclui-se que o milho é o melhor competidor, comparado à mucuna preta e à crotalária.

Tabela 2 – Área foliar e massa da matéria seca de crotalária (*Crotalaria spectabilis*) ou mucuna preta (*Mucuna aterrima*) em consórcio com milho, aos 61 dias após a emergência da cultura (estádio 5 – plantas apresentando emissão de pólen) em uma densidade de 60 plantas m⁻²

Proporção de leguminosa (%)	Área Foliar (cm ² planta ⁻¹)			Massa da matéria seca (g planta ⁻¹)		
	Crotalária	Mucuna preta	Média ¹	Crotalária	Mucuna preta	Média
25	2.021	10.214	6.118 b	20,1	38,3	29,2 c
50	4.826	11.468	8.147 ab	48,8	41,8	45,3 bc
75	9.810	19.568	14.689 ab	93,5	75,9	84,7 ab
100	19.604	17.094	18.349 a	141,5	73,2	107,3 a
Média	9.065 B	14.586 A	–	76,0 A	57,3 A	–
	F _(sp) = 4,4* DMS _(sp) = 5.446			F _(sp) = 2,8 ^{ns} DMS _(sp) = 23,4		
	F _(prop) = 4,7* DMS _(prop) = 10.324			F _(prop) = 10,1** DMS _(prop) = 44,4		
	F _(sp x prop) = 1,1 ^{ns} CV (%)= 62,63			F _(sp x prop) = 2,6 ^{ns} CV (%)= 47,77		

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula entre proporções e maiúsculas entre espécies, não diferem entre si pelo teste Tukey 5%. ** significativo a 1%, * significativo a 5% e ^{ns} não significativo



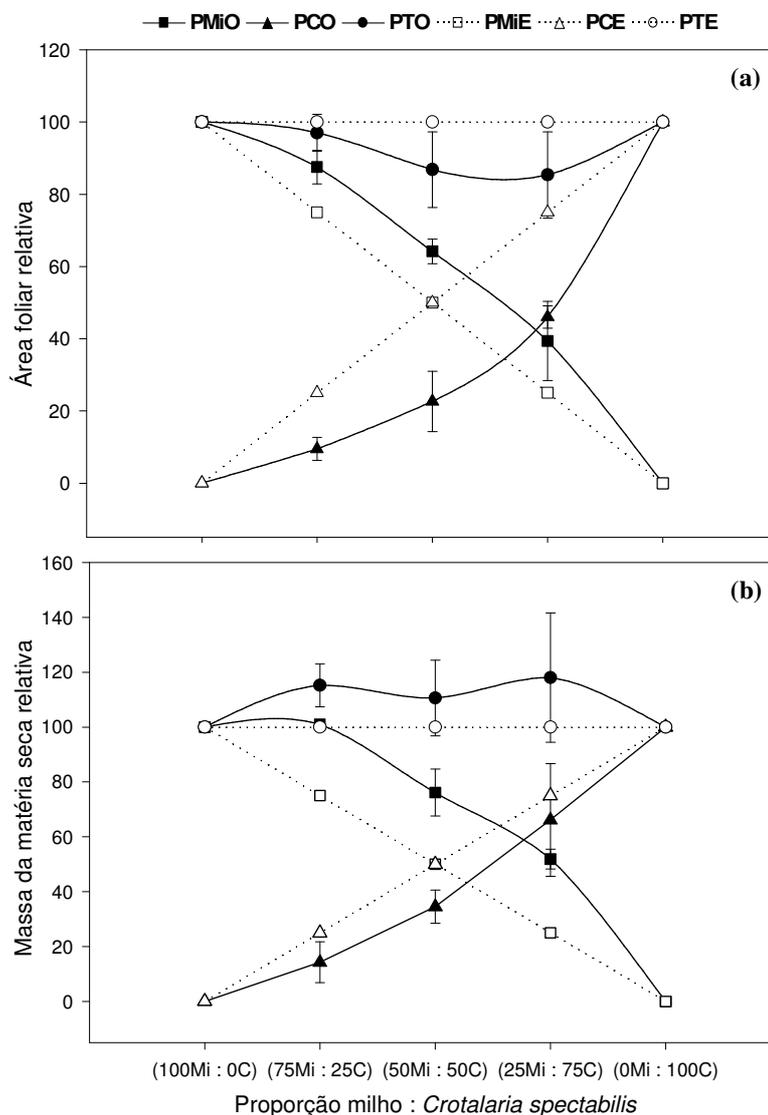


Figura 1 – Área foliar relativa (a) e massa de matéria seca relativa (b) de milho e crotalária (*Crotalaria spectabilis*) em razão de diferentes proporções, Piracicaba, SP, Brasil. PMiO: produção de milho observada; PCO: produção de crotalária observada; PTO: produção total observada; PMiE: produção de milho esperada; PCE: produção de crotalária esperada e PTE: produção total esperada.



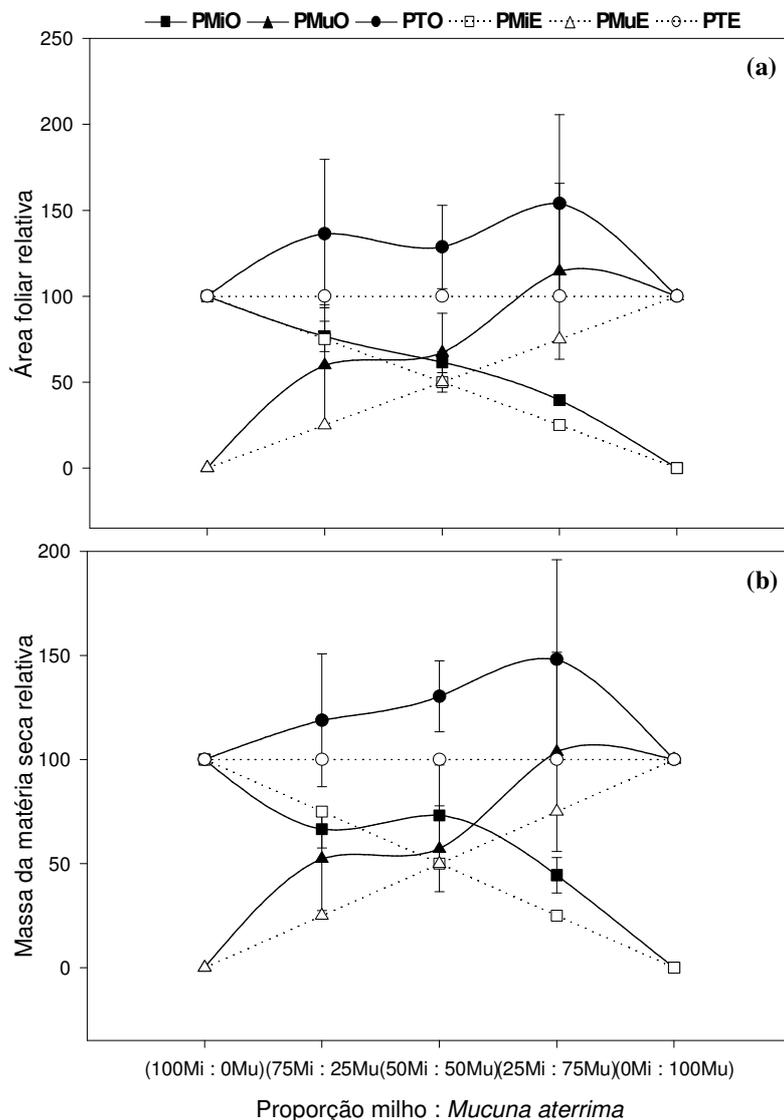


Figura 2 – Área foliar relativa (a) e massa da matéria seca relativa (b) de milho e mucuna preta (*Mucuna aterrima*) em razão de diferentes proporções. Piracicaba, SP, Brasil. PMiO: produção de milho observada; PMuO: produção de mucuna preta observada; PTO: produção total observada; PMiE: produção de milho esperada; PMuE: produção de mucuna esperada e PTE: produção total esperada.

Referências

AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2008. 504p.

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, n.2, p.241-248, 2002.



BORGHI, E.; CRUSCIOL, C.A.C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 163-171, 2007.

COUSENS, R. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. **Weed Technology**, v. 5, n. 3, p. 664-673, 1991.

HEINRICHS, R.; VITTI, G.C.; MOREIRA, A.; FIGUEIREDO, P.A.M. de; FANCELLI, A.L.; CORAZZA, E. J. Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. **Revista Brasileira de Ciência do** v. 29, n. 1, p. 71-79, 2005.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAIR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o Sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAIR, H. **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003, p. 407-441.

KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, I.P. de; SOARES, D.M.; PELOSO, M.J. del; YOKOAMA, L.P.; BALBINO, L.C.; BUSO, L.H. **Cultivo de milho verde consorciado com feijoeiro, sob irrigação, no inverno**: uso eficiente dos recursos. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF-APA, 1997. 34p.

NUNES, U.R.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; SILVA, E. de B.; SANTOS, N. F.; COSTA, H.A.O.; FERREIRA, C.A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 943-948, 2006.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, v. 11, n.129, p.16-27, 1985.

PORTES, T. de A. Aspectos ecofisiológicos do consórcio do consórcio milho x feijão. **Informe Agropecuário**, v. 6, n.118, p. 30-34, 1984.

PORTES, T. de A. **Produção de feijão nos sistemas consorciados**. Goiânia: Embrapa CNPAF-APA, 1996. 50p.

RADOSEVICH, S.R.; ROUSH, M.L. The role of competition in agriculture. In: GRACE, J.B.; TILLMANN, D. (Ed.) **Perspectives on plant competition**. San Diego: Academic Press, 1990. p.341-363.

