

SEÇÃO 1 FITOTECNIA

PRODUTIVIDADE E NUTRIÇÃO DE MILHO CONSORCIADO COM PLANTAS DE COBERTURA SEMEADAS EM DIFERENTES ÉPOCAS

Eduardo Augustinho dos Santos¹, Juliano Carlos Calonego², Carlos Henrique dos Santos²,
Carlos Sérgio Tiritan²

¹Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER-Paraná). Rua Tocantins, 540, CEP 86970-000, Corumbataí do Sul-PR. E-mail: eduardo_emater@hotmail.com

²Professor Doutor. Agronomia - Centro de Ciências Agrárias, UNOESTE. Rodovia Raposo Tavares, km 572. CEP 19067-175, Presidente Prudente-SP. E-mail: juliano@unoeste.br; chenrique@unoeste.br; tiritan@unoeste.br

*RESUMO: O cultivo de milho consorciado com plantas de cobertura é uma alternativa para produção de palha no Sistema Semeadura Direta, podendo haver competição entre as espécies envolvidas no consórcio. Objetivou-se avaliar o efeito do cultivo consorciado de milho e plantas de cobertura no crescimento, na produção e nutrição do milho, testando a interação entre espécies de plantas de cobertura e a época de semeadura. O experimento foi instalado e conduzido no município de Fênix (PR), em um Nitossolo Vermelho, entre setembro de 2009 e fevereiro de 2010. Os tratamentos constituíram do cultivo de milho (*Zea mays* L.) consorciado com *Mucuna-anã* (*Mucuna deeringiana*), *Mucuna-preta* (*Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Merr), *Labe-labe* (*Dolichos lablab* L.), *Crotalaria spectabilis*, *Crotalaria breviflora*, *Brachiaria brizantha* (*Urochloa brizantha*), *Brachiaria ruziziensis* (*Urochloa brizantha*), *Feijão-de-porco* (*Canavalia ensiformis* DC.) e *Guandu* (*Cajanus cajan* L.), com semeadura das plantas de cobertura na mesma época que o milho (semeadura simultânea) ou no estágio V4. Além disso, testou-se um tratamento testemunha (milho solteiro). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, em fatorial 9x2+1. Além da produtividade do milho, avaliou-se o crescimento das plantas e o estado nutricional. O consórcio com semeadura do milho e das plantas de cobertura na mesma época aumenta a competição entre as espécies. A alta produção de matéria seca pela *Mucuna-preta* reduz o crescimento do milho, os teores de K foliares e a massa de 100 grãos, proporcionando produtividades em torno de 22% e 29% inferiores às obtidas com milho solteiro ou em consórcio com *B.ruziziensis*, respectivamente.*

PALAVRAS-CHAVE: adubo verde; cobertura de solo; *Zea mays* L.; competição interespecífica.

YIELD AND NUTRITION OF MAIZE INTERCROPPED WITH COVER CROPS SOWING IN DIFFERENT TIME

*ABSTRACT: The maize intercropped with cover crops is an alternative to straw production under No-tillage, however may occur interspecific competition. This study aimed to evaluate the effect of intercropping maize and cover crops on growth, yield and maize nutrition, testing the interaction between species of cover crops and sowing date. The experiment was conducted at Phoenix (PR) city, on Red Distroferric Nitossol, from September 2009 to February 2010. The treatments consisted of growing maize (*Zea mays*) intercropped with cover crops dwarf mucuna (*Mucuna deeringiana* (Bert.) Merr.), black velvet bean (*Mucuna aterrima* Piper & Tracy), Lablab (*Dolichos lablab* L.), *Crotalaria spectabilis*, *Crotalaria breviflora*, palisadegrass (*Urochloa brizantha*), ruzi grass (*Urochloa ruziziensis*), jack beans*

(Canavalia ensiformis DC.) and pigeon pea (Cajanus cajan (L.) Millsp), in two sowing date, ie, in the same date of maize sowing (simultaneous) or in the V4 stage of maize. In addition, we tested a control treatment (sole maize). The experimental design was a randomized block with four replications in a factorial 9x2+1. Besides the maize yield we evaluated plant growth and nutritional status. The sowing of maize and cover crops in the same time increase the competition between the plants. The high dry matter production by black velvet bean reduces the maize growth, the K leaf concentration and the of 100 grains weight, providing yield by around 22% and 29% lower than with sole maize or with ruzi grass, respectively.

KEY-WORDS: green manures; soil coverage; *Zea mays* L.; interspecific competition.

INTRODUÇÃO

Segundo Muzilli (2006), em sistemas com baixo revolvimento do solo, como em Sistema Semeadura Direta (SSD), a utilização de plantas de cobertura (ou adubos verdes) tem por finalidades a proteção superficial do solo e a manutenção e/ou melhoria de suas características físicas, químicas e biológicas, inclusive em profundidade, pelo efeito das raízes dessas plantas.

As plantas de cobertura podem ser cultivadas solteiras ou em associações, ou seja, em consórcio com outras espécies. Para Kluthcouski et al. (2003), Toledo-Souza et al. (2008) e Crusciol et al. (2009), a modalidade de consórcio que mais se destaca é o sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), principalmente com o cultivo consorciado de milho e espécies forrageiras. Segundo Crusciol et al. (2009), as vantagens desse sistema são inúmeras, como a antecipação da sementeira das plantas de cobertura em uma época com maior incidência de chuvas, proporcionando o aumento da cobertura do solo, principalmente em épocas de difícil produção de palhada, além de fornecer alimento para o gado em uma época de escassez de pasto. De acordo com os autores, a sementeira da forrageira em consórcio com o milho pode ser feita de diversas formas, ou seja, com sementeira a lanço antes da sementeira do milho ou no mesmo dia da sementeira do milho; simultaneamente ao milho, misturando as sementes da forrageira com o adubo; ou após a sementeira do milho, por ocasião da adubação de cobertura.

Para Jakelaitis et al (2006), Freitas et al. (2008) e Crusciol et al. (2010), dependendo de algumas situações, quando se faz a sementeira simultânea do milho e braquiária, a forrageira pode apresentar estabelecimento rápido, com competição danosa com o milho, podendo ser necessária a utilização de herbicida em doses reduzidas para retardar o crescimento da mesma. Já quando se faz a sementeira da forrageira em estádios mais avançados de desenvolvimento do milho não há necessidade de aplicação de herbicida.

Na literatura são comuns os relatos de ausência de competição entre o milho e as espécies consorciadas sejam forrageiras (Ceccon et al. 2013; Borghi et al. 2007; Kluthcouski et al. 2003; Borghi et al. 2013; Crusciol et al. 2013) ou leguminosas (Hassen et al. 2006; Oliveira et al. 2003). No entanto, algumas situações apontam para competição entre as espécies envolvidas no consórcio. Borghi et al. (2012), testando o consórcio entre milho e *U.brizantha*, nos espaçamentos entre linhas de 0,45 e 0,90 m, verificaram que, independente do espaçamento, houve redução nos teores P, K, Ca, Mg e S nas folhas de milho consorciado em relação ao milho solteiro.

A capacidade competitiva do milho em consórcio com outras espécies vai depender da combinação de vários fatores, como o espaçamento entre linhas, a população de plantas, tempo de convivência entre as espécies, disponibilidade de água, presença de plantas daninhas, uso de herbicidas, fertilidade do solo e duração do ciclo do milho (Santos et al. 2002; Kluthcouski et al. 2003; Jakelaitis et al. 2005; Borghi et al. 2008). Além do consórcio entre milho e espécies forrageiras, recomenda-se consórcio entre milho safrinha e ervilhacas (comum e peluda), nabo forrageiro, aveia preta (Calegari 2006), mucunas (cinza, preta, anã), *Crotalaria juncea*, *Crotalaria breviflora*, guandu, feijão de porco e labe-labe

Neste contexto, o consórcio entre milho e plantas de cobertura é uma interessante estratégia para produção de palha em SSD, pois permite a antecipação da semeadura das espécies de cobertura para uma época com maior disponibilidade hídrica. Porém, dependendo da espécie utilizada e da época de semeadura em relação à semeadura do milho, poderá haver competição entre as plantas consorciadas.

Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do cultivo consorciado de milho e plantas de cobertura na nutrição e produtividade do milho, testando a interação entre as espécies de plantas de cobertura com a época de semeadura em relação à semeadura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em área rural do município de Fênix (PR), posicionado a 23°57'30" de latitude Sul e 52°0'53" de longitude oeste, com altitude média 373 metros, no período de setembro de 2009 a fevereiro de 2010. A área experimental está localizada na região Noroeste do estado do Paraná, em um solo classificado como Nitossolo Vermelho eutroférico muito argiloso (Embrapa, 2006), com 70% de argila, 10% de silte e 20% de areia (Embrapa, 1997) e relevo suave-ondulado.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, com temperatura média anual superior a 22°C e regime pluvial caracterizado por dois períodos distintos, um chuvoso de outubro a março e outro de baixa precipitação pluvial de abril a setembro. Durante a condução do experimento foram coletados dados de temperatura e precipitação (Figura 1)

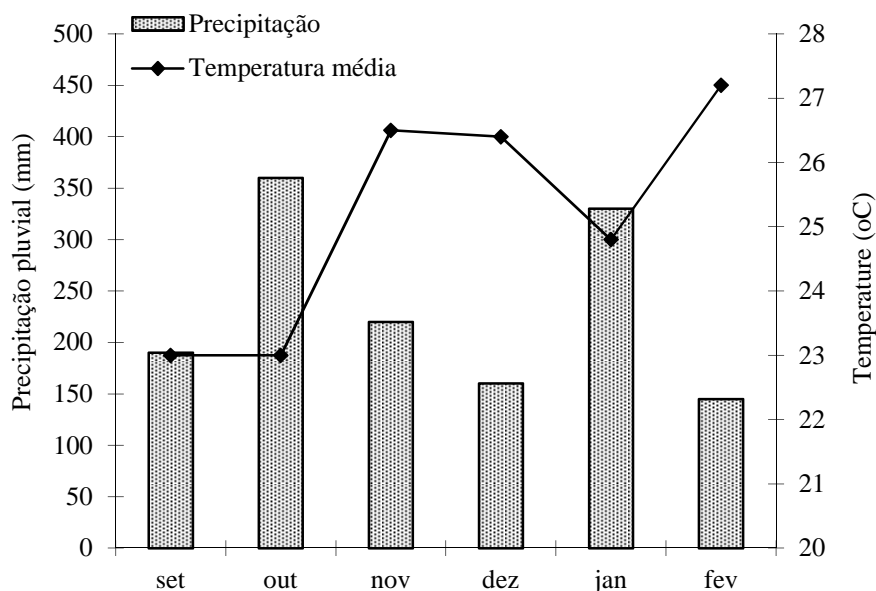


Figura 1. Médias mensais de temperatura (°C) e precipitação (mm) durante o período de condução do experimento no campo (setembro de 2009 a fevereiro de 2010).

Antes de iniciar o experimento foi realizada amostragem de solo nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm para caracterização da fertilidade do solo (Raij et al., 2001), apresentando na camada de 0-20: pH (CaCl_2 0,01 mol.L⁻¹) 5,6; 43 mmol_c dm⁻³ de H+Al; 0 mmol_c dm⁻³ de Al; 41 mmol_c dm⁻³ de Ca; 16 mmol_c dm⁻³ de Mg; 5,1 mmol_c dm⁻³ de K; 54 mg dm⁻³ de P; 34 mg dm⁻³ de matéria orgânica; 59% de saturação de bases; 30,0 mg dm⁻³ de S, 71,0 mg dm⁻³ de Mn; 100,1 mg dm⁻³ de Fe; 6,6 mg dm⁻³ de Cu; 8,6 mg dm⁻³ de Zn e 0,65 mg dm⁻³ de B. Para a camada de 20 a 40 cm os resultados foram: pH (CaCl_2 0,01 mol.L⁻¹) 5,5; 39 mmol_c dm⁻³ de H+Al; 0 mmol_c dm⁻³ de Al; 27 mmol_c dm⁻³ de Ca; 11 mmol_c dm⁻³ de Mg; 2,0 mmol_c dm⁻³ de K; 17 mg dm⁻³ de P; 20 mg dm⁻³ matéria orgânica; 51% de saturação de bases; 56,0 mg dm⁻³ de S, 139,6 mg dm⁻³ de Mn; 101,4 mg dm⁻³ de Fe; 5,6 mg dm⁻³ de Cu; 7,5 mg dm⁻³ de Zn e 0,5 mg dm⁻³ de B. A área onde foi instalado esse experimento estava sendo cultivada há 10 anos em SSD, com uma escarificação no quinto ano, sendo a rotação de culturas praticada da seguinte forma: soja/milho safrinha/soja/milho safrinha/milho primavera-verão.

Os tratamentos foram constituídos pelo cultivo de milho (*Zea mays* L.) consorciado com Mucuna-anã (*Mucuna deeringeana* (Bort.) Merr.); Mucuna-preta (*Mucuna aterrima* Piper & Tracy); Labe-labe (*Dolichos lab lab* L.), *Crotalaria breviflora*, *Crotalaria spectabilis*, *Brachiaria ruziziensis* (*Urochloa ruziziensis*), *Brachiaria brizantha* (*Urochloa brizantha*), Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC.), guandu (*Cajanus cajan* L.), que foram semeadas na mesma época que o milho (simultaneamente) ou quando este apresentava-se com quatro folhas totalmente expandidas (estádio V4). Também foi testado um tratamento controle, ou seja, com cultivo solteiro de milho. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições e 19 tratamentos, em esquema fatorial 9x2+1. As parcelas experimentais foram demarcadas com dimensões de 5x5 m, com área útil 8 m², pois, para fins de avaliação, foram desprezados 1,5 m de cada lateral e 0,5 m de cada extremidade.

A semeadura de milho cultivar 2B710 foi realizada com a distribuição de 66.000 sementes por hectare, com espaçamento 0,9 m entre linhas, em SSD. A semeadura foi realizada no dia 15 setembro de 2009 e para as plantas de cobertura as semeaduras seguiram recomendações de Carvalho e Amabile (2006), Calegari (1995) e Calegari (2006). Utilizaram-se 80, 80, 50, 20, 20, 20, 20, 125, e 25 kg ha⁻¹ de sementes de mucuna anã, mucuna preta, labe-labe, *Crotalaria spectabilis*, *Crotalaria breviflora*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria ruziziensis*, feijão de porco e guandu, respectivamente, tendo essas sementes 79, 82, 83, 45, 39, 70, 70, 84 e 80% de germinação, respectivamente. As espécies de plantas de cobertura foram semeadas manualmente no dia 16 de setembro de 2009 (semeadura simultânea) e no dia 22 de outubro de 2009 (estádio V4 do milho). Na semeadura simultânea as espécies do gênero *Urochloa* e *Crotalaria* foram semeadas com uma linha no centro da entre linha do milho. As demais espécies foram semeadas com duas linhas espaçadas em 20 cm no centro das entre linhas do milho.

A adubação de semeadura do milho foi com 330 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 8-16-16. Em cobertura foi aplicado 74 kg de N em duas épocas, no estágio V4 e V8, na forma de sulfato de amônio aplicado a lanço. O controle de invasoras foi feito por meio de catação manual e para o controle de pragas realizou-se aplicações de inseticida para lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e percevejo barriga verde (*Dichlepos spp.*) feito no tratamento de sementes conforme recomendação fitossanitária da cultura.

A avaliação do estado nutricional das plantas de milho foi realizado no pendoamento das plantas, correspondente ao estágio 4, na escala de Fancelli e Dourado Neto (2000). Para a

amostragem de folhas coletou-se o terço central da folha da base da espiga, em 10 plantas por parcela. Todas as amostras foram acondicionadas em sacos de papel, colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar à 65°C, até atingirem massas constantes, e posteriormente moídas. Em seguida foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg e S, seguindo o método descrito por Malavolta et al. (1997).

Também avaliou-se na cultura do milho a altura das plantas, diâmetro do colmo, inserção de espiga, estande de plantas (plantas ha⁻¹), massa de 100 grãos, matéria seca da parte aérea e produtividade de grãos. Para a determinação da altura das plantas e do diâmetro do colmo fez-se medidas em 10 plantas ao acaso na área útil de cada parcela, por ocasião da colheita. Para a altura das plantas considerou-se a distância entre o nível do solo e a inserção do pendão floral. As medidas de diâmetro foram feitas com paquímetro a 10 cm do solo.

Para a determinação do estande de plantas contou-se, por ocasião da colheita, o total de plantas nas duas linhas centrais de cada parcela, desprezando 0,5 m de cada extremidade, sendo os resultados convertidos em plantas por hectare. A massa de grãos foi determinada por meio da coleta ao acaso e da pesagem de 4 amostras de 300 grãos de cada parcela, e a média transformada para massa de 100 grãos com umidade corrigida para 13% (Brasil, 2009). Para a quantificação da matéria seca da parte aérea do milho, foram cortadas 5 plantas inteiras rente ao solo, na área útil de cada parcela. O material coletado foi seccionado em fragmentos de, aproximadamente, 10 cm de comprimento, acondicionado em sacos de papel e colocado para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até atingir massa constante, e em seguida foram pesados e os resultados convertidos em kg ha⁻¹.

A produtividade média de grãos foi determinada colhendo-se todas as espigas da área útil de cada parcela, que foram trilhadas mecanicamente em equipamento estacionário. Os grãos foram pesados, a massa corrigida para 13% de umidade e os resultados expressos em kg ha⁻¹.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 1% e 5% de probabilidade e as médias originais dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Utilizou-se, para tanto, o Software ASSISTAT 7.5 beta, Sistema de Análise Estatística da UFCG (Silva e Azevedo, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies de plantas de cobertura afetaram o estado nutricional do milho (Tabela 1), apesar de serem comuns na literatura relatos de que o milho não sofre estresse nutricional quando em consórcio com outras espécies (Borghini et al. 2013; Crusciol et al. 2013). Além disso, a época de semeadura das plantas de cobertura (simultânea ao milho ou no estágio V4 do milho) afetou o estado nutricional do milho, independente da espécie avaliada. Os teores foliares de N e Mg foram menores quando realizou-se a semeadura das espécies simultaneamente (Tabela 1), configurando uma maior competição por esses nutrientes, pois permitiu que as plantas de cobertura produzissem maior quantidade de fitomassa (Tabela 2).

Tabela 1 - Teores de N, P, K, Ca, Mg e S, em g kg^{-1} , nas folhas de milho.

Epocas Semeadura (Ep)	N	P	S	Ca	Mg	K
	-----g kg ⁻¹ -----					
Simultânea	18,6 b	1,4 b	2,2 a	3,0 a	0,9 b	11,7 a
V4	19,9 a	1,7 a	2,4 a	2,7 a	1,1 a	12,1 a
Teste F	10,825**	11,433**	0,718ns	3,404 ns	13,654*	0,755ns
Espécies (Esp)						
	-----g kg ⁻¹ -----					
Mucuna-anã	18,8 a	1,7 a	2,6 a	2,6 a	1,0 a	11,2 a
Mucuna-preta	18,9 a	1,6 a	2,3 a	3,2 a	1,0 a	8,9 b
Labe-labe	19,9 a	1,4 a	1,9 a	3,1 a	1,1 a	11,7 a
Crotalaria spectabilis	19,8 a	1,5 a	2,1 a	2,7 a	0,9 a	10,9 a
Crotalaria breviflora	19,3 a	1,5 a	2,0 a	2,5 a	1,1 a	12,8 a
Brachiaria brizantha	19,1 a	1,4 a	1,9 a	3,0 a	1,0 a	13,0 a
Brachiaria ruziziensis	19,1 a	1,7 a	3,0 a	2,9 a	1,0 a	12,4 a
Feijão-de-porco	19,0 a	1,7 a	2,6 a	2,7 a	1,1 a	12,7 a
Guandu	19,3 a	1,6 a	2,3 a	2,7 a	1,0 a	13,3 a
Teste F	0,458ns	1,302ns	2,127ns	1,480ns	1,262ns	2,136*
	-----g kg ⁻¹ -----					
milho solteiro	20,5	1,7	2,4	2,8	1,0	13,3
tratamentos	19,3	1,6	2,3	2,8	1,0	11,9
	-----Teste F-----					
Ep x Esp	0,414ns	5,788**	3,868**	4,284*	1,234 ns	1,551ns
milho solteiro x tratamentos	2,435ns	1,022ns	1,035ns	1,832ns	0,876 ns	0,101ns
CV %	6,65	16,36	29,31	18,73	14,11	22,02

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ns, *,** Não significativo e significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

De acordo com Severino et al. (2006), quando se faz o cultivo consorciado entre culturas graníferas e plantas de cobertura em SSD, espera-se que a demanda por N seja maior para

atender as exigências da cultura principal. Porém, em trabalho realizado por Borghi et al. (2013) com consórcio entre milho e *Urochloa brizantha* ou *Panicum maximum*, realizando-se a semeadura das plantas de cobertura simultaneamente ou em V5 do milho, os autores concluíram que o cultivo consorciado não causou estresse nas plantas de milho, pois as concentrações de nutrientes nas folhas do milho consorciado foram maiores que nas folhas do milho solteiro.

Tabela 2 - Desdobramento dos resultados de cálcio, enxofre e fósforo foliares, em g kg⁻¹, nas folhas de milho, em função da época de semeadura (simultânea ou em V4 do milho) e da espécie de planta de cobertura em consórcio com o milho.

Tratamentos	cálcio		enxofre		fósforo	
	simultâneo	V4	simultâneo	V4	simultâneo	V4
	-----g kg ⁻¹ -----					
Mucuna-anã	2,7 abA	2,5 aA	2,1 aB	3,2 abA	1,7 aA	1,7 abcA
Mucuna-preta	3,9 aA	2,5 aB	2,4 aA	2,2 abcA	1,6 aA	1,7 abcA
Labe-labe	3,8 aA	2,5 aB	2,2 aA	1,6 cA	1,7 aA	1,2 cB
Crotalaria spectabilis	3,0 abA	2,4 aA	2,5 aA	1,7 bcA	1,6 aA	1,5 bcA
Crotalaria breviflora	2,6 bA	2,5 aA	2,3 aA	1,8 bcA	1,3 aA	1,6 abcA
Brachiaria brizantha	2,9 abA	3,1 aA	2,2 aA	1,7 bcA	1,3 aA	1,6 bcA
Brachiaria ruziziensis	3,1 abA	2,7 aA	2,8 aA	3,2 abA	1,3 aB	2,1 abA
Feijão-de-porco	2,5 bA	2,9 aA	1,9 aB	3,4 aA	1,2 aB	2,1 aA
Guandu	2,4 bA	3,1 aA	1,7 aB	2,9 abcA	1,4 aB	1,9 abA

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Ocorreram interações significativas entre os fatores de variação (espécies de cobertura e época de semeadura) para os nutrientes P, Ca e S (Tabela 1). Os teores foliares de P no milho foram menores quando se estabeleceu o consórcio com *U.ruziziensis*, Feijão-de-porco e Guandu, com semeadura simultânea. A semeadura simultânea também reduziu os teores de S no milho, quando se utilizou as espécies Mucuna-anã, Feijão-de-porco e Guandu. Já para a espécie Labe-labe verificou-se que, quando semeada simultaneamente ao milho, aumentou os teores foliares de P e Ca. O mesmo ocorreu para os teores de Ca quando a espécie utilizada foi a Mucuna-preta (Tabela 4).

Esses resultados obtidos com Labe-labe e Mucuna-preta podem ser explicados devido ao efeito que essas espécies proporcionaram no crescimento do milho, reduzido a produção de matéria seca (Tabela 3), o que pode ter contribuído para o aumento da concentração desses nutrientes nas folhas. A massa de matéria seca do milho cultivado solteiro foi de 5631 kg ha⁻¹, superando em, aproximadamente, 30% a produção de fitomassa do milho quando em consórcio com Labe-labe e Mucuna-preta, com semeadura simultânea das espécies. Já os

teores foliares de K no milho foram menores na presença de Mucuna-preta, independente da época de semeadura da planta de cobertura (Tabela 1). O teor médio de 8,88 g kg⁻¹, muito inferior aos 13,30 g kg⁻¹ obtidos quando o milho foi cultivado “solteiro”, pode ser explicado pelo comportamento da Mucuna-preta em relação ao seu hábito de crescimento e pela presença de ramos trepadores (Carvalho e Amabile 2006), fazendo com que crescesse escorando-se nas plantas de milho, produzindo uma alta quantidade de matéria seca (Tabela 4), o que pode ter contribuído para uma competição entre a Mucuna-preta e o milho, principalmente quando se fez semeadura do milho e das plantas de cobertura na mesma época (Tabela 5). Na semeadura simultânea a fitomassa das plantas de cobertura foi de 2172 kg ha⁻¹, já na semeadura em V4 a produção média de fitomassa foi de 701 kg ha⁻¹ (Tabela 4). Apenas as espécies mucuna-anã, *C.breviflora* e guandu não apresentaram diferenças nas quantidades de matéria seca em função da época de semeadura (Tabela 5).

Tabela 3 - Resultados de altura (cm), diâmetro (mm), inserção de espiga e matéria seca do milho

Épocas Semeadura (Ep)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Inserção de Espiga (cm)	Matéria Seca (kg ha ⁻¹)
simultânea	206,12 a	19,9 a	107,99 a	5044 b
V4	205,89 a	20,0 a	108,67 a	5409 a
Teste F	0,034ns	0,185ns	0,388ns	4,902*
Espécies (Esp)	(cm)	(mm)	(cm)	(kg ha ⁻¹)
Mucuna-anã	204,73 cd	19,8a	104,16 b	5074 ab
Mucuna-preta	202,45 cd	19,9a	107,60 ab	4337 c
Labe-labe	201,96 d	19,3a	104,32 b	4860 bc
Crotalaria spectabilis	206,57 abcd	20,1 a	109,05 a	5312 ab
Crotalaria breviflora	207,36 abc	20,3a	111,19 a	5730 a
Brachiaria brizantha	205,49 bcd	20,4a	109,80 a	5492 ab
Brachiaria ruziziensis	210,19 ab	20,1 a	110,61 a	5528 ab
Feijão-de-porco	211,08 a	20,4a	111,29 a	5296 ab
Guandu	204,21 cd	19,5a	106,94 ab	5411 ab
Teste F	2,855*	1,638ns	2,781*	2,876**
milho Solteiro	205,80	19,2	108,58	5631
tratamentos	206,00	20,0	108,33	5227
-----teste F-----				
Ep x Esp	1,280ns	2,045ns	1,018ns	1,411ns
milho solteiro x tratamentos	0,006ns	3,064ns	0,011ns	1,261ns
CV %	2,56	4,26	4,31	13,34

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ns, *,** Não significativo e significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 4 - Matéria seca da parte aérea das plantas de cobertura, em kg ha⁻¹, cultivadas em consórcio com o milho.

Epocas Semeadura (Ep)	Massa seca da parte aérea das plantas de cobertura
	(kg ha ⁻¹)
simultânea	2172 a
V4	701 b
Teste F	106.199**
Espécies (Esp)	
	(kg ha ⁻¹)
Mucuna-anã	948 d
Mucuna-preta	3533 a
Labe-labe	1656 bc
Crotalaria spectabilis	951 d
Crotalaria breviflora	82 e
Brachiaria brizantha	1280 cd
Brachiaria ruziziensis	1043 d
Feijão-de-porco	1322 cd
Guandu	2116 b
Teste F	20,857**
	(kg ha ⁻¹)
milho solteiro	88
tratamentos	1437
	Teste F
Ep x Esp	9,090**
milho solteiro x tratamentos	18,587**
CV %	44,56

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ns, *,** Não significativo e significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 5 - Desdobramento dos resultados de matéria seca das plantas de cobertura, kg ha⁻¹, em função da época de semeadura (simultânea ou em V4 do milho) e da espécie de planta de cobertura em consórcio com o milho.

Tratamentos	Simultâneo	V4
	-----kg ha ⁻¹ -----	
Mucuna-anã	920 dA	976 bcA
Mucuna-preta	5320 aA	1746 abB
Labe-labe	2792 bA	519 cdB
Crotalaria spectabilis	1647 cdA	255 cdB
Crotalaria breviflora	92 eA	72 dA
Brachiaria brizantha	2485 bcA	75 dB
Brachiaria ruziziensis	1999 bcA	85 dB
Feijão-de-porco	2240 bcA	404 cdB
Guandu	2058 bcA	2174 aA

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Na avaliação dos parâmetros de crescimento e de produção do milho, tabelas 3 e 6, respectivamente, verificou-se que o consórcio, independente da modalidade testada (silmultâneo ou V4) não alterou o diâmetro dos colmos (Tabela 3) nem o estande do milho (Tabela 6). Borghi et al. (2013) também não verificaram efeito do consórcio no diâmetro de colmo do milho, no entanto, os autores constataram menor população de plantas de milho quando cultivado em consórcio com *U.brizantha* (semeadura simultânea ou em V5) e em consórcio com *Panicum maximum* (semeadura simultânea), não havendo efeito no estande do milho quando em consórcio com *P. maximum*, semeado em V5. Já o cultivo consorciado com Mucuna-preta, como mencionando anteriormente, afetou o crescimento do milho e o seu acúmulo de matéria seca, não diferindo estatisticamente do tratamento envolvendo Labe-labe (Tabela 3). Dessa forma, o uso de Mucuna-preta afetou a massa de 100 grãos do milho e a produtividade de grãos por hectare, principalmente quando se compara com a produtividade do milho em consórcio com a *U. ruziziensis* e com o milho solteiro (Tabela 3), evidenciando que essa espécie causa competição com o milho quando em cultivo consorciado. A redução da massa de 100 grãos do milho pelo uso de Mucuna-preta foi maior quando as semeaduras da planta de cobertura e do milho foram realizadas simultaneamente, sendo o mesmo observado quando a espécie testada foi o Guandu (Tabela 7). Lovadini et al. (1972) constataram que o Labe-labe reduziu a produtividade de milho devido sua elevada produção de matéria seca no consórcio, principalmente com semeadura na mesma época. Arf (1992) testou diferentes épocas de semeadura para o consórcio entre milho e Mucuna-preta,

(simultâneos, 25, 50, 75, e 100 dias após emergência do milho) e não verificou efeito da época de estabelecimento do consórcio na produtividade do cereal, mas concluiu que a época mais adequada para a semeadura da Mucuna-preta é aos 75 dias após emergência da cultura, para não atrapalhar a colheita.

Tabela 6 - Resultados de estande de plantas (plantas ha⁻¹), massa de 100 grãos (g) e produtividade média (kg ha⁻¹) do milho.

Épocas Semeadura (Ep)	Estande (plantas ha ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
simultânea	53341 a	26,47 a	6746 a
V4	53535 a	26,82 a	7323 a
Teste F	0,036ns	0,694 ns	3,609ns
Espécies (Esp)	(plantas ha ⁻¹)	(g)	(kg ha ⁻¹)
Mucuna-anã	54051 a	26,79 b	7026 ab
Mucuna-preta	52778 a	24,06 c	5577 b
Labe-labe	55024 a	26,53 b	7020 ab
Crotalaria spectabilis	52111 a	26,97 ab	7047 ab
Crotalaria breviflora	54398 a	27,00 ab	7603 ab
Brachiaria brizantha	53008 a	26,76 b	7388 ab
Brachiaria ruziziensis	54128 a	28,64 a	7806 a
Feijão-de-porco	53242 a	26,85 ab	7318 ab
Guandu	52199 a	26,18 b	6523 ab
Teste F	0,442ns	3,402**	2,117*
	(plantas ha ⁻¹)	(g)	(kg ha ⁻¹)
milho Solteiro	52917	26,59	7186
tratamentos	53438	26,65	7034
	-----Teste F-----		
Ep x Esp	1,271ns	2,544*	1,409ns
milho Solteiro x tratamentos	0,055ns	0,004ns	0,052ns
CV %	8,08	6,82	18,29

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ns, *,** Não significativo e significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 7 - Desdobramento dos resultados de massa de 100 grãos (g), em função da época de semeadura (simultânea ou em V4 do milho) e da espécie de planta de cobertura em consórcio com o milho.

Tratamentos	Simultâneo	V4
	-----kg ha ⁻¹ -----	
Mucuna-anã	27,23 abA	26,36 aA
Mucuna-preta	22,54 dB	25,58 aA
Labe-labe	25,90 bcA	27,17 aA
Crotalaria spectabilis	27,40 abA	26,55 aA
Crotalaria breviflora	26,61 bcA	27,39 aA
Brachiaria brizantha	26,42 bcA	27,08 aA
Brachiaria ruziziensis	29,59 aA	27,66 aA
Feijão-de-porco	27,87 abA	25,83 aA
Guandu	24,63 cdB	27,74 aA

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Apesar da produtividade em torno de 600 kg ha⁻¹ a mais do milho com semeadura das plantas de cobertura em V4, em comparação à produtividade obtida com a semeadura simultânea (Tabela 6), a produtividade do milho não diferiu estatisticamente em função da época de semeadura das plantas de cobertura, mesmo com as diferenças obtidas na produção de massa seca da parte aérea (Tabela 3) e nos teores de N e Mg (Tabela 1), estando de acordo com resultados obtidos por Oliveira et al. (2003), Heinrichs et al. (2005) e Hassen et al. (2006). Já Borghi et al. (2013) verificaram que quando o consórcio entre milho e *P. maximum* é estabelecido com semeadura da forrageira no estágio V5 do milho há um acréscimo de 2276 kg ha⁻¹ na produtividade de grãos em relação ao tratamento em que a forrageira é semeada simultaneamente ao milho. Segundo Barducci et al. (2009) e Pariz et al. (2009), a produtividade de grãos pode ser afetada quando se estabelece o consórcio entre plantas com semeaduras simultâneas, pois permitirá que a planta de cobertura apresente um crescimento vigoroso, podendo aumentar os riscos por competição entre as espécies.

Nota-se também que, ao passo que a Mucuna-preta proporcionou uma produtividade média de 1609 kg ha⁻¹ a menos de grãos em relação à produtividade obtida com o milho solteiro, configurando uma redução de 22%, outras espécies proporcionaram acréscimos na produtividade em relação ao tratamento testemunha, como a *U.ruziziensis*, a *C. breviflora*, a *U.brizantha* e o Feijão-de-porco, com aumentos de 9%, 6%, 3% e 2%, respectivamente (Tabela 6). Borghi et al. (2013) também verificaram um acréscimo na ordem de 20% na produtividade do milho no tratamento envolvendo o consórcio com *P. maximum* (semeadura em V5 do milho) em relação ao milho solteiro. O efeito depressivo da Mucuna-preta na

produtividade do milho também foi relatado por Calegari (1995) e, conforme descrito anteriormente, está relacionado à alta produção de massa de matéria seca durante o consórcio (Tabela 4), principalmente quando da semeadura simultânea (Tabela 5). Na figura 2 fica evidente o efeito direto e negativo da produção de fitomassa aérea das plantas cobertura reduzindo a produtividade do milho.

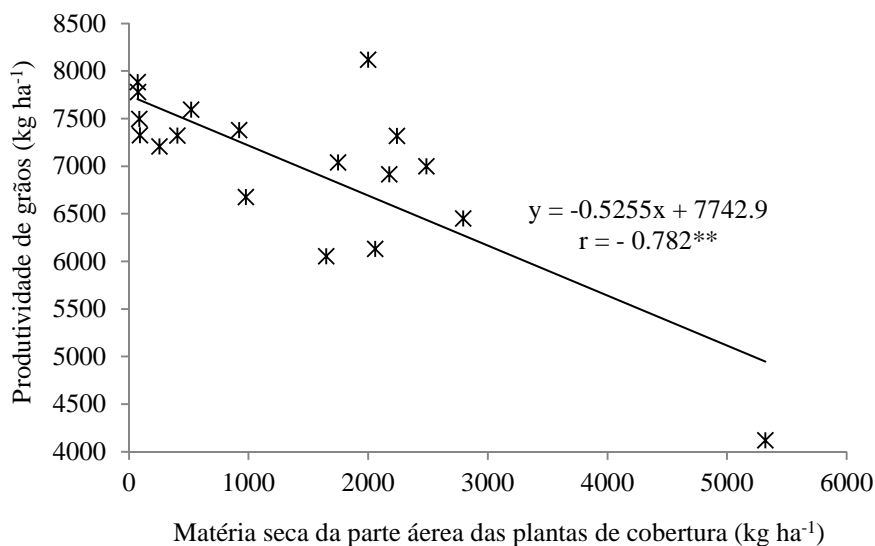


Figura 2 - Estudo de correlação entre a produção de matéria seca das plantas de cobertura (kg ha⁻¹) e a produtividade do milho (kg ha⁻¹). *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Em contrapartida, são comuns na literatura efeitos de algumas espécies em não reduzir a produtividade de grãos da cultura principal, ou até mesmo em aumentar a produtividade quando em cultivo consorciado. Heinrichs et al. (2005) não observaram efeito depressivo da *Mucuna-anã* e do *Guandu* na produtividade do milho, e verificaram que o *Feijão-de-porco* aumentou a produtividade do milho em 20% quando realizou-se o cultivo consorciado com semeadura simultânea das espécies. Ceccon et al. (2013) também não observaram redução na produtividade do milho quando em consórcio com *C.spectabilis*, *Guandu*, *U.brizantha*, *U.ruziziensis* e *P.maximum*, em função, segundo os autores, pela baixa produção de matéria seca dessas espécies durante o consórcio.

O milho tem excelentes características que permite o cultivo em consórcio com plantas de cobertura, sem que, na maioria dos casos, sofra danos por competição, diferente de outras espécies de importância econômica, como arroz, feijão e soja (Kluthcouski et al., 2003). Uma dessas características é uma maior taxa de acúmulo de MS nas primeiras fases de desenvolvimento, devido a sua alta capacidade de interceptar a radiação fotossinteticamente

ativa (Amaral Filho et al 2005, Sawyer et al 2010). No entanto, a capacidade competitiva do milho vai depender da combinação de vários fatores (Santos et al. 2002; Kluthcouski et al. 2003; Jakelaitis et al. 2005; Borghi et al. 2008).

Dessa forma, apesar do cultivo de milho consorciado com plantas de cobertura ser um importante estratégia para produção de palhada em SSD, principalmente em regiões com inverno seco ou com risco de geadas, a escolha da espécie adequada e a época de semeadura são fundamentais para evitar perdas de produção da cultura principal.

CONCLUSÕES

A implantação do consórcio com semeadura simultânea do milho com as plantas de cobertura aumenta a competição entre as plantas envolvidas, pois reduz os teores de N e Mg nas folhas do milho, independentemente da espécie consorciada, reduz os teores de P quando se utiliza a *B.ruziziensis*, Feijão-de-porco e Guandu, e os teores de S quando as espécies utilizadas são a *Mucuna-anã* e o Feijão-de-porco.

A alta produção de matéria seca pela *Mucuna-preta* reduz a crescimento do milho, os teores de K foliares e a massa de 100 grãos, proporcionando produtividades em torno de 22% e 29% inferiores às obtidas com milho solteiro ou em consórcio com *Brachiaria ruziziensis*, respectivamente.

REFERÊNCIAS

AMARAL FILHO, J.P.R. do; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J.C. Row spacing, population density and nitrogen fertilization in maize. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.467–473. 2005.

ARF, O. Efeito da adubação verde no desenvolvimento e produção das culturas de milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Ilha Solteira: UNESP, 1992. 48p.

BARDUCCI, R.S.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C.A.C.; BORGHI, E.; PUTAROV, T.C.; SARTI, L.M.N. Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v.58, p.211-222. 2009.

BORGHI, É.; COSTA, N.V.; CRUSCIOL, C.A.C.; MATEUS, G.P. Influence of the spatial distribution of maize and *Brachiaria brizantha* intercropping on the weed population under no-tillage. **Planta Daninha**, v.26, p.559–568. 2008.

BORGHI, É.; CRUSCIOL, C.A.C.; MATEUS, G.P.; NASCENTE, A.S.; MARTINS, P.O. Intercropping Time of Corn and Palisadegrass or Guineagrass Affecting Grain Yield and Forage Production. **Crop Science**, v.53, p.629-636. 2013.

BORGHI, É.; CRUSCIOL, C.A.C.; NASCENTE, A.S.; MATEUS, G.P.; MARTINS, P.O.; COSTA, C. Effects of row spacing and intercrop on maize grain yield and forage production of palisade grass. **Crop & Pasture Science**, v.63, p.1106–1113. 2012.

BORGHI, É.; MOBRICCI, C.; PULZ, A.L.; ONO, E.O.; CRUSCIOL, C.A.C. Growth of *Brachiaria brizantha* with corn intercropping in no-tillage system. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v.29, p.91–98. 2007.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretária de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná**. Londrina: IAPAR. 1995. 118 p. (Circular 80).

CALEGARI, A. Plantas de Cobertura. In: CASÃO, JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R. MEHTA, Y.R.; PASSINI, J.J. (Eds.). **Sistema plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2006. p.55-73.

CARVALHO, A.M.; AMABILE, R.F. **Cerrado: adubação verde**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006. 369 p.

CECCON, G.; STAUT, L.A.; SAGRILO, E.; MACHADO, L.A.Z.; NUNES, D.P.; ALVES, V. B. Legumes and forage species sole or intercropped with corn in soybean-corn succession in midwestern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p. 204-212. 2013.

CRUSCIOL, C.A.C.; NASCENTE, A.S.; MATEUS, G.P.; BORGHI, E.; LELES, E.P.; SANTOS, N.C.B. Effect of Intercropping on Yields of Corn with Different Relative Maturities and Palisadegrass. **Agronomy Journal**, v.105, p.599-606, 2013.

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**, n.125, 2009, 15p.

CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; BORGHI, E.; MATHEUS, G.P.. Benefits of integrating crops and tropical pastures as systems of production. **Better Crops**, v.94, p.14–16. 2010.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro. Embrapa: 2006. 306 p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Ed.). **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 21-54.

HASSEN, A.; GIZACH, L.; RETHMAN, N.F.G. Effect of Lab-lab purpureus and *Vicia atropurpurea* as an intercrop, or in a crop rotation, on grain and forage yields of maize in Ethiopia. **Tropical Grasslands**. v. 40, p. 111-118, 2006.

HEINRICHES, 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 Solo**, v.29, p.71-79. 2005.

JAKELAITIS, A., SILVA, A.A., SILVA, A.F., SILVA, L.P., FERREIRA, L.R., VIVIAN, R.. Effects of herbicides on intercropped maize and *Brachiaria brizantha* weed control, growth and yield. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.36, p.53-60. 2006.

JAKELAITIS, A., SILVA, A.F., SILVA, A.A., FERREIRA, L.R., FREITAS, F.C.L., VIANA, R.G. Influence of herbicides and sowing systems on maize-*Brachiaria brizantha* intercrop. **Planta Daninha**, v.23, p.59-67. 2005.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H., COSTA, J.L. da S.; PORTELA, C. **Cultivo do feijoeiro em palhada de braquiária**. Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 28 p. (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão).

LOVADINI, L.A.C.; MASCARENHAS, H.A.A.; MIYASAKA, S. Emprego de *Dolichos lablab* L. como adubo verde. I – Estudo do plantio intercalado na cultura do milho. **Bragantia**, v.31, 8, p.97-108. 1972.

MALAVOLTA, E.A.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 201 p.

MUZILLI, O. Manejo do solo em sistema Plantio Direto. In: CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y.R.; PASSINI, J.J. **Sistema plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2006. p. 9-27.

OLIVEIRA, T.K. de; CARVALHO, G.J. de; MORAES, R.N. de S.; JERÔNIMO JÚNIOR, P.R.M. Características agronômicas e produção de fitomassa de milho verde em monocultivo e consorciado com leguminosas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, p. 223-227. 2003.

PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M.A.A.; BERGAMASCHINE, A.F.; BUZETTI, S.; CHIODEROLLI, C.A. Technical and economic performance of corn intercropped with *Panicum* and *Brachiaria* forage in crop-livestock integration system. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, p.360-370. 2009.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.

SANTOS, P.G.; JULIATTI, F.C.; BUIATTI, A.L.; HAMAWAKI, O.T. Evaluation of the agronomic performance of corn hybrids in Uberlândia, MG, Brazil. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.37, p.597–602. 2002.

SAWYER, J.E.; PEDERSEN, P.; BARKER, D.W.; DIAZ, D.A.R.; ALBRECHT, L. Intercropping corn and kura clover: response to nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, v.102, p.568–574. 2010.

SEVERINO, F.J.; CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Mutual interferences among corn crop, forage species and weeds under a consortium system. II – Implications on forage species. **Planta Daninha**, v.24, p.45–52. 2006.

SILVA, F. de A.S.; AZEVEDO, C.A.V. de.; Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.4, p.71-78. 2002.

TOLEDO-SOUZA, E.D.; SILVEIRA, P.M.; LOBO JUNIOR, M.; CAFÉ FILHO, A. C. Sistemas de cultivo, sucessões de culturas, densidade do solo e sobrevivência de patógenos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.971-978. 2008.

Recebido para publicação em: 24/02/2014

Aceito para publicação em: 04/06/2014