



Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto

Abel W. de Albuquerque¹, José R. Santos¹, Gilson Moura Filho¹ & Ligia S. Reis¹

RESUMO

A utilização de plantas de cobertura do solo pode otimizar o aporte de material orgânico e nutrientes e proteger o solo dos processos erosivos enquanto o N é um dos nutrientes mais exigidos pelas culturas agrícolas, podendo tornar-se um fator limitante de seu rendimento. Neste contexto, realizou-se um experimento para avaliar a influência de três diferentes leguminosas usadas como plantas de cobertura sobre os componentes morfológicos e de produção do milho cultivado em sucessão sob sistema de plantio direto, na ausência e na presença de adubação nitrogenada mineral (80 kg ha⁻¹ de N) na forma de sulfato de amônio. O estudo foi desenvolvido em Latossolo Amarelo nos tabuleiros costeiros do estado de Alagoas. Os componentes de produção do milho apresentaram melhores resultados em sucessão à *Crotalaria spectabilis*. Constatou-se efeito da interação entre adubação verde e adubação nitrogenada resultando em maior produtividade de grãos para a cultura do milho.

Palavras-chave: nitrogênio, palhada, sistema conservacionista

Cover crops and nitrogen fertilization in corn production under no-tillage system

ABSTRACT

The cultivation of cover crops can optimize the input of organic material and nutrients and protect the soil from erosion, while the N is one of the most required nutrient by agricultural crops and may become a limiting factor in its productivity. In this context, an experiment was carried out to evaluate the influence of three different legumes used as cover crops on morphological components and production of corn grown in succession under no-tillage system, in the absence and presence of mineral N fertilization (80 kg N ha⁻¹), in the form of ammonium sulfate. This study was conducted in an Oxisol of the Coastal Tablelands in the State of Alagoas. The components of maize production showed better results in succession to *Crotalaria spectabilis*. Significant interaction was found between green manure and N fertilization, resulting in higher grain productivity.

Key words: *Zea mays*, nitrogen, straw, green manure, conservationist system

INTRODUÇÃO

O milho se destaca entre as culturas de interesse econômico para o Brasil e assume relevante papel socioeconômico por se constituir em matéria-prima impulsionadora de diversos complexos agroindustriais. Trata-se de um produto estratégico utilizado tanto na nutrição humana quanto na alimentação animal (Cruz et al., 2008a).

O Brasil, com uma produtividade que vem crescendo cerca de 4% ao ano, é o terceiro maior produtor de milho, superado apenas pelos Estados Unidos e China, que representam, juntos, 67% da produção mundial (Agrianual, 2009). Segundo a CONAB (2012), a estimativa para a área plantada com milho para a safra 2011/2012 é de 15 milhões de hectares.

A produtividade de milho no Estado de Alagoas é considerada uma das mais baixas do País, menor que 700 kg ha⁻¹, enquanto nos Estados do Sul, Sudeste e Centro Oeste do Brasil, as produtividades atingem valores superiores a 4.000 kg ha⁻¹ (CONAB, 2009). No entanto, a cultura do milho tem alto potencial produtivo, ultrapassando 10 t ha⁻¹ de grãos no Brasil, em condições experimentais e por agricultores que adotam tecnologias adequadas (Carvalho et al., 2004). Neste contexto, aumentar a produção agrícola e conservar os recursos naturais é o paradigma preconizado para o desenvolvimento sustentável dos agroecossistemas sendo a adubação verde uma das práticas viáveis para contribuição no restabelecimento do equilíbrio do sistema e pelo aumento da produtividade (Heinrichs et al., 2002; Rosa et al., 2011).

Entre as tecnologias mais utilizadas na cultura do milho o sistema de plantio direto (SPD) se destaca, advindo da conscientização dos produtores da necessidade da melhoria na qualidade dos solos, visando a uma produção sustentável (Coelho, 2006). Este sistema de manejo conservacionista do solo se caracteriza pela semeadura em solo não revolvido, pela rotação de cultura e manutenção da palha na superfície do solo (Pereira et al., 2009b). Nas regiões tropicais a mineralização da matéria orgânica é um processo biológico bastante rápido devido à elevada temperatura e à umidade do solo durante boa parte do ano, sendo que essas condições climáticas locais levam a um processo intenso de decomposição (Bernardi et al., 2003; Collier et al., 2006).

Pesquisas têm constatado uma eficiência maior do sistema de plantio direto em relação ao preparo convencional pois o não revolvimento do solo leva a uma decomposição mais lenta e gradual do material orgânico (Carvalho et al., 2004) proporcionando melhoria nas características químicas, físicas e biológicas com reflexos positivos na melhoria da fertilidade do solo levando, ainda, a uma futura redução da utilização de corretivos e fertilizantes (Amado et al., 2002; Bernardi et al., 2003; Collier et al., 2006).

Além de não revolver o solo o principal pré-requisito para a caracterização do SPD é a produção de biomassa vegetal para a cobertura do solo, sem a qual o sistema não consegue expressar seu potencial máximo. A escolha de plantas para atender a essas finalidades depende, dentre outros fatores, do potencial de produção de fitomassa e da capacidade de absorção e acúmulo de nutrientes. Esses fatores têm grande importância para o sistema solo-planta por estarem relacionados à ciclagem

de nutrientes aumentando sua disponibilidade para as plantas cultivadas e melhorando a eficiência dos fertilizantes. A família das leguminosas é a preferida devido principalmente à sua capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* (Cruz et al., 2008b; Pereira et al., 2009a).

Collier et al. (2006) constataram que os tratamentos com resíduos de crotalária estão associados a maiores produtividades de grãos, sugerindo uma economia comparativa de fertilizantes nitrogenados. A produtividade de grãos de milho obteve resposta em níveis crescentes de adubação nitrogenada quanto aos resíduos de feijão-de-porco enquanto que, na ausência da adubação nitrogenada, o rendimento médio de grãos de milho em sucessão à crotalária foi 26% superior se comparado ao milho cultivado em sucessão ao feijão-de-porco.

Na cultura do milho os resultados referentes aos diferentes manejos do solo são bastante diferenciados. Maiores rendimentos de milho no sistema de plantio direto em relação a outros sistemas de manejo do solo, foram relatados por Possamai et al. (2001), e menores por Carvalho et al. (2004).

Assim, parte-se da hipótese de que pelo menos uma das leguminosas estudadas atenda às necessidades do SPD e influencie positivamente na produtividade da cultura do milho.

Este trabalho teve como objetivo avaliar os componentes morfológicos e de produção do milho em sistema de plantio direto cultivado em sucessão a três diferentes leguminosas como plantas de cobertura, na ausência e presença de adubação nitrogenada mineral.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL) localizado no município de Rio Largo, AL, localizado a 9° 29' 45" de latitude Sul, 35° 49' 54", de longitude oeste de Greenwich e 165 m de altitude, apresentando relevo com suave declividade (3%) e boa drenagem. O clima da área foi classificado como A's de Koppen.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo coeso distrófico conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006) cujas características químicas se encontram na Tabela 1; este tipo de solo é muito comum nas regiões de Tabuleiros Costeiros e está distribuído por quase toda a faixa costeira do Brasil, ocorrendo em relevo plano e suave ondulado, sendo caracterizado por apresentar textura média nos horizontes superiores e argilosa em profundidade.

Tabela 1. Análise química do solo na profundidade de 0-20 cm, coletado antes da instalação do experimento

pH (H ₂ O)	MO (g dm ⁻³)	P (Melich) (mg dm ⁻³)	H+ Al	K	Ca + Mg (cmol _c dm ⁻³)	T	V (%)
5,3	22	18	6,0	0,12	1,60	7,76	23

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições; a área útil da parcela foi 100 m² (5 x 20 m). Os tratamentos compreenderam três leguminosas utilizadas como plantas de cobertura: crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth), mucuna preta (*Stizolobium aterrimum*

Piper and Tracy) e guandu anão (*Cajanus cajan* (L) Mill sp) combinados com ausência e presença de adubação nitrogenada mineral. O experimento foi em parcelas subdivididas ficando as leguminosas nas parcelas e duas doses de Nitrogênio (0 e 80 kg ha⁻¹) nas subparcelas.

Realizou-se, antes da semeadura das leguminosas, uma calagem para elevar a saturação por bases do solo para 70%; foram aplicados manualmente sobre a superfície do solo, 3,6 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, dos quais 2,0 t ha⁻¹ antes da aração e 1,6 t ha⁻¹ após a aração; decorridos 30 dias, foram realizadas duas operações, uma com grade aradora e outra com grade niveladora semeando-se, em seguida, as três leguminosas, de acordo com os dados técnicos da Tabela 2.

Tabela 2. Características relacionadas com a semeadura das leguminosas

Leguminosa	Espaçamento entre linhas m	Número de sementes m ⁻¹	Gasto de semente kg ha ⁻¹
Crotalária	0,17	18	29
Guandu	0,50	35	40
Mucuna preta	0,50	7	50

Para semear as espécies leguminosas utilizou-se uma semeadora-adubadora, a tração mecânica. O controle de plantas daninhas na área do guandu anão foi realizado aos 60 dias após a semeadura, através de capina manual. Aos trinta dias após este controle realizou-se uma capina manual complementar. Não houve necessidade de se realizar o controle de plantas daninhas nas áreas da crotalária e mucuna preta e, durante o cultivo das leguminosas, as mesmas receberam irrigação complementar.

Aos 155 dias após a semeadura as espécies leguminosas foram dessecadas quando se encontravam na fase de pleno florescimento, aplicando-se 4 L ha⁻¹ do herbicida Glyphosate. Após o manejo das leguminosas o híbrido DKB 333B foi semeado utilizando-se semeadora mecanizada com linhas espaçadas 0,80 m, colocando-se 5 sementes por metro linear. Na adubação de semeadura se utilizaram 115, 60 e 2 kg ha⁻¹ de P₂O₅, K₂O e Zn, respectivamente, na forma de superfosfato triplo, cloreto de potássio e sulfato de zinco.

Após 30 dias da semeadura do milho foram aplicados, na metade de cada parcela (50 m²) 80 kg ha⁻¹ de N na forma de sulfato de amônio. Para o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) utilizou-se 0,6 L ha⁻¹ do inseticida Metomyl; constatou-se também a necessidade de prevenir o ataque de formigas, razão pela qual foi aplicado formicida granulado.

A colheita foi realizada aos 125 dias após a semeadura avaliando-se os componentes morfológicos e de produção enquanto a produtividade de grãos foi determinada colhendo-se todas as espigas da área útil da subparcela, perfazendo uma área de 19,2 m² (2,4 x 8,0 m).

Foram estudados os seguintes componentes morfológicos do milho: folha bandeira, altura de planta e diâmetro do colmo e, como componentes de produção da cultura: população final de plantas por hectare, comprimento de espigas, número de fileira de grãos por espiga, número de espigas por hectare e massa de 100 grãos; determinou-se, também, a produtividade de grãos do milho.

Os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade pelo teste F e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da análise da variância dos componentes morfológicos do milho apresentados na Tabela 3 indicam que os tratamentos das parcelas (plantas de cobertura) e das subparcelas (doses de N) promoveram diferenças significativas sobre a massa de matéria seca e área foliar da folha bandeira. Observou-se também, para essas variáveis, interação significativa entre plantas de cobertura versus doses de N.

Tabela 3. Resumo da análise da variância (teste F) dos componentes morfológicos do cultivar de milho DKB 333B

Fonte de variação	GL	AP	DC	Folha bandeira	
				MMS	AF
Blocos	3	0,83 ^{ns}	1,21 ^{ns}	1,91 ^{ns}	1,63 ^{ns}
Plantas de cobertura (PC)	2	1,06 ^{ns}	0,29 ^{ns}	7,02*	40,22**
Resíduo (a)	6				
(Parcelas)	11				
Doses de N (DN)	1	88,66**	4,91 ^{ns}	44,08**	140,46**
Interação CA x DN	2	0,07 ^{ns}	0,02 ^{ns}	4,28*	5,39*
Resíduo (b)	9				
Total	23				
CV (%) Parcelas		7,02	7,63	9,46	2,21
CV (%) Subparcelas		3,83	5,88	7,98	3,71

AP - Altura de plantas; DC - Diâmetro do colmo; MMS - Massa de matéria seca; AF - Área foliar; **, * significativos a 0,01 e 0,05 de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ^{ns} não significativo pelo teste F

Os efeitos das plantas de cobertura (leguminosas) e doses de N sobre os componentes morfológicos da cultura do milho se encontram na Tabela 4. A altura de plantas é uma característica genética influenciada pelo ambiente no qual a planta se desenvolve. Não houve variação significativa na altura das plantas em função das plantas de cobertura, fato também verificado por Carvalho et al. (2004) e Rosa et al. (2011). Por outro lado, ocorreu um aumento significativo para esta variável quando foram aplicados 80 kg ha⁻¹ de N. O nitrogênio está

Tabela 4. Valores médios da altura de plantas, diâmetro do colmo, peso da folha bandeira e área foliar do milho híbrido DKB 333 B em função das culturas anteriores e doses de Nitrogênio

Tratamento	AP (m)	DC (mm)	MFB (g)	AF (cm ²)
Plantas de cobertura (PC)				
Crotalária	1,72 A	18,77 A	43,55 AB	809,00 A
Guandu	1,72 A	18,75 A	40,71 B	741,58 B
Mucuna	1,80 A	19,23 A	48,46 A	809,38 A
DMS	0,19	2,22	6,42	26,71
CV%	7,02	7,63	9,46	2,21
Doses de N				
0 kg ha ⁻¹	1,62 b	18,41 a	39,45 b	716,00 b
80 kg ha ⁻¹	1,87 a	19,42 a	49,02 a	857,30 a
DMS	0,06	1,03	3,26	26,98
CV%	3,83	5,88	7,98	3,71

AP - Altura de planta; DC - Diâmetro do colmo; MFB - Massa da folha bandeira; AF - Área foliar. Médias seguidas de letra diferente na coluna, maiúsculas entre culturas anteriores e minúsculas entre doses de N, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de probabilidade

associado, dentre outras funções na planta, ao crescimento vegetativo; assim, foi confirmada a resposta positiva à aplicação de N mineral em sistema de plantio direto (Fancelli & Dourado Neto, 2000). Silva et al. (2006b) constataram que doses de N e as espécies de plantas de cobertura do solo influenciaram significativamente na altura de planta, a altura de inserção da espiga e a produtividade de grãos de milho e que os maiores valores para a altura da planta e da inserção da espiga foram para o milho cultivado em sucessão à *Crotalaria juncea*.

Os valores médios de diâmetro do colmo não diferiram estatisticamente entre os tratamentos (Tabela 4). O diâmetro do colmo é uma característica geneticamente intrínseca ao cultivar não sofrendo, portanto, muita influência de fatores do meio (Fancelli & Dourado Neto, 2000).

Com relação à massa de matéria seca da folha bandeira, constatou-se uma superioridade no tratamento que recebeu adubação nitrogenada em relação ao tratamento sem adubação. Esses resultados estão de acordo com os apresentados por Armon (1975) em que a massa da folha bandeira apresentou correlação direta com a quantidade de nitrogênio na planta sinalizando o efeito do N nos processos de divisão celular e nos pontos de crescimento. Referidos resultados são relevantes haja vista que a folha bandeira é a mais importante de vez que está ligada à planta, na base da espiga.

Constatou-se, ainda, um efeito interativo (Tabela 5) ressaltando-se que a mucuna preta associada à adubação nitrogenada supera as demais leguminosas com relação à produção de matéria seca da folha bandeira do milho. Os

Tabela 5. Desdobramento da interação culturas anteriores x doses de N referente à massa da folha bandeira e da área da folha bandeira do cultivar de milho DKB 333 B*

Culturas anteriores	Dose de N (kg ha ⁻¹)	
	0	80
	Massa da folha bandeira (g)	
Crotalaria	39,39 aB	47,71 bA
Guandu	38,14 aA	43,28 bA
Mucuna	40,84 aB	56,08 aA
	Área da folha bandeira (mm ²)	
Crotalaria	730,71 aB	887,29 aA
Guandu	697,80 aB	785,36 bA
Mucuna	719,51 aB	899,24 aA

* Médias seguidas da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. Leguminosas: CV = 9,46% e DMS = 7,24. Doses de N: CV = 7,98% e DMS = 5,65

Tabela 6. Resumo da análise da variância (teste F) de componentes da produção e produtividade do cultivar de milho DKB 333 B

Fonte de variação	GL	População de plantas	Número de espigas	Comprimento da espiga	Fileiras de grãos	Massa de 100 grãos	Produtividade
Blocos	3	0,09 ^{ns}	2,02 ^{ns}	0,86 ^{ns}	2,63 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,44 ^{ns}
Leguminosas (L)	2	20,90**	11,87**	7,61*	1,25 ^{ns}	6,42*	66,65**
Resíduo (a)	6						
(Parcelas)	11						
Doses de N (DN)	1	755,48**	257,10**	310,32**	7,21*	46,62**	1814,56**
Interação L x DN	2	1,29 ^{ns}	0,13 ^{ns}	7,34*	1,03 ^{ns}	0,78 ^{ns}	2,85 ^{ns}
Resíduo (b)	9						
Total	23						
CV (%) Parcelas		3,43	6,94	3,17	1,43	4,41	5,38
CV (%) Subparcelas		2,62	7,53	2,90	2,59	3,78	4,62

* Significativos a 0,01 e 0,05 de probabilidade, respectivamente pelo teste F. ** não significativo pelo teste F

benefícios para a cultura do milho em sistemas de sucessão com leguminosas, também foram observados por Silva et al. (2006b) que obtiveram médias superiores para grãos por espiga, massa de mil grãos e produtividade de grãos de milho, utilizando a crotalaria juncea em pré-cultivo como planta cobertura. A área da folha bandeira teve comportamento semelhante ao da massa de matéria seca da folha bandeira. A aplicação de N influenciou positivamente esta variável, embora a folha bandeira tenha sido maior quando as plantas de cobertura foram a crotalaria e a mucuna, em detrimento do guandu.

A interação entre as leguminosas e as doses de nitrogênio foi significativa apenas para o comprimento das espigas não havendo, portanto, interação para os outros fatores de produção apresentados na Tabela 6.

Com exceção do número de fileiras de grãos que não apresentou efeito significativo, as demais variáveis estudadas apresentaram efeito significativo com relação às diferentes espécies de plantas de cobertura e dose de N entre as culturas anteriores (Tabela 6).

Silva et al. (2009) encontraram efeito significativo ($p < 0,01$) para a análise de variância da interação entre nitrogênio mineral e adubo verde sobre a produtividade de grãos, corroborando com os dados obtidos.

Os valores da população final de plantas apresentaram efeito significativo pelo teste de Tukey em função das culturas anteriores (Tabela 7). O milho cultivado após o guandu apresentou uma população final de plantas de 5,5 e 10,5% superior ao cultivado após a crotalaria e mucuna preta, respectivamente (Tabela 7). Este resultado difere dos observados por Carvalho et al. (2004) que não encontraram diferença entre a população de plantas cultivadas sobre palhada de mucuna, guandu e crotalaria em dois anos de cultivo. Tais diferenças podem estar relacionadas à quantidade de palhada produzida pelas culturas de cobertura uma vez que a mucuna preta e a crotalaria apresentaram menores produções de palha que o guandu permitindo maior infestação de plantas invasoras.

Analisando o efeito das subparcelas sobre a população de plantas verificou-se que a aplicação de N foi benéfica para o estabelecimento do estande da cultura do milho (Tabela 7). Quando não se aplicou N em cobertura, ocorreu um decréscimo de 19% no número final de plantas.

Ao avaliar o número de fileiras de grãos por espiga, número de espigas, massa de 100 grãos e produtividade de grãos do milho híbrido DKB 333 B (Tabela 7) constatou-se que

Tabela 7. Valores médios* de população final de plantas, comprimento de espiga, fileiras de grãos por espiga, número de espigas, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de milho híbrido DKB 333B em função das culturas anteriores e doses de nitrogênio

Tratamento	População de plantas (plantas ha ⁻¹)	Número de espigas (espigas ha ⁻¹)	Comprimento da espiga (cm)	Fileiras de grãos (fileiras espiga ⁻¹)	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Plantas de cobertura						
Crotalária	46.904 B	37.565 A	14,25 A	14,31 A	28,25 A	4.051 A
Guandu	49.653 A	34.917 AB	13,60 AB	14,48 A	26,73 B	3.362 B
Mucuna	44.444 B	31.705 B	13,45 B	14,40 A	26,36 B	2.990 C
DMS	2.474	3.696	0,67	0,32	1,21	286
CV%	3,43	6,94	3,17	1,43	2,91	5,38
Doses de N						
0 kg ha ⁻¹	40.104 b	26.171 b	12,33 b	14,19 b	25,73 b	2.074 b
80 kg ha ⁻¹	53.897 a	43.287 a	15,20 a	14,60 a	28,58 a	4.861 a
DMS	1.135	2.415	0,37	0,34	0,95	148
CV%	2,62	7,53	2,90	2,59	3,78	4,62

* Médias seguidas de letra diferente na coluna, maiúsculas entre culturas anteriores e minúsculas entre doses de N, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de probabilidade

os melhores tratamentos foram obtidos com a utilização de crotalária como adubo verde e para as subparcelas a melhor foi a aplicação de 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio mineral em cobertura.

O número de espigas por hectare não acompanhou o comportamento observado para a população de plantas entre os tratamentos das parcelas (Tabela 7). Como o número de espigas por plantas é um componente de produção que sofre grande influência genética, esperava-se que o número de espigas acompanhasse, de forma direta, a variação da população de plantas, o que não ocorreu. Quanto aos tratamentos nas subparcelas verificou-se que a adubação nitrogenada proporcionou um número significativo na espiga, por hectare.

O comprimento de espigas variou entre todos os tratamentos utilizados (Tabela 7). Com relação às culturas anteriores observou-se que o milho cultivado após crotalária apresentou espigas com maior comprimento que o milho cultivado após mucuna. O tamanho das espigas do milho cultivado após guandu apresentou valor intermediário não diferindo estatisticamente das outras duas culturas anteriores utilizadas.

O número de fileiras de grãos por espiga diferiu estatisticamente entre si apenas nos tratamentos das subparcelas (Tabela 7). A aplicação de N promoveu um acréscimo significativo no número de fileiras de grãos por espiga. Ressalta-se que este componente é determinado no estágio fenológico 1, ou seja, quando a planta se encontra com quatro folhas totalmente desdobradas (Fancelli & Dourado Neto, 2000). De acordo com os autores, este evento coincide com a segunda semana após a emergência, fase em que a formação dos primórdios da espiga se inicia. A falta de água e de nutrientes nesta fase pode afetar drasticamente este componente; entretanto, como não houve déficit hídrico as diferenças obtidas foram provenientes da influência do N fornecido pela palhada das leguminosas.

A massa de 100 grãos diferiu significativamente em relação aos tratamentos das parcelas e das subparcelas (Tabela 7). Com referência às leguminosas, observou-se que o milho cultivado após crotalária apresentou maior massa quando comparada com a das demais leguminosas, resultado este citado também por Silva et al. (2006a) que encontraram maior massa de 100 grãos em plantio de milho em palha de crotalária quando comparada com milheto e pousio; mesmo assim, o resultado do presente trabalho difere do encontrado por Carvalho et al. (2004) que

não observaram, em seus estudos, diferença significativa para este parâmetro.

No que se refere às subparcelas observou-se que a adubação nitrogenada contribuiu para um aumento de 9,9% na massa de 100 grãos (Tabela 7). Este resultado está de acordo com dados da literatura que indicam a importância do N para a massa de grãos da cultura do milho. A formação de grãos na cultura do milho está estreitamente relacionada com a translocação de açúcares e de nitrogênio (Karlen et al., 1988) em órgãos vegetativos, sobretudo das folhas para os grãos.

A produtividade do milho foi maior quando cultivado sobre resíduos de crotalária, um valor intermediário foi conseguido com cultivo após feijão guandu e o pior desempenho ocorreu no milho cultivado sobre a mucuna preta (Tabela 7). Os valores de produtividade foram para crotalária, guandu e mucuna, respectivamente, 4.051, 3.362 e 2.990 kg ha⁻¹. Diferente do observado por Carvalho et al. (2004) que encontraram produtividades semelhantes entre os cultivos de milho feitos após essas mesmas leguminosas e encontraram diferença apenas quando comparado com milho sobre área de pousio. Silva et al. (2006a) encontraram resultados favoráveis à crotalária juncea quando comparada com milheto ou área de pousio, na avaliação deste mesmo parâmetro em plantio de milho em diferentes coberturas de solo. Bertin et al. (2005) também observaram que a maior média em produtividade foi alcançada pelo cultivo do milho em sucessão à crotalária. Por outro lado, Heinrichs et al. (2005) constataram que no primeiro ano de cultivo o rendimento de grãos de milho não foi influenciado pelo cultivo consorciado com adubos verdes; entretanto, no segundo ano o rendimento de milho foi beneficiado pelo cultivo consorciado com feijão-de-porco.

Concernente à adubação nitrogenada, verificou-se que a aplicação de 80 kg ha⁻¹ de N aumentou significativamente o comprimento da espiga (Tabela 8). Este efeito foi observado em todas as leguminosas estudadas sendo mais marcante na mucuna preta, que contribuiu para o aumento do comprimento da espiga de 11,6 para 15,3 cm; por outro lado, na ausência da aplicação de N a mucuna preta apresentou o pior desempenho entre as leguminosas avaliadas. Os dados obtidos corroboram com aqueles obtidos por Balko & Russel (1980) cuja adição de nitrogênio ocasionou um aumento do comprimento da espiga.

Tabela 8. Desdobramento da interação culturas anteriores x doses de N referentes ao comprimento da espiga do cultivar de milho DKB 333 B

Culturas anteriores	Doses de N (kg ha ⁻¹)	
	0	80
	cm	
Crotalária	12,90 aB	15,60 aA
Guandu	12,50 aB	14,70 abA
Mucuna	11,60 bB	15,30 bA

Médias seguidas da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Leguminosas: CV = 9,46% e DMS = 7,24. Doses de N: CV = 7,98% e DMS = 5,65

CONCLUSÕES

1. Os componentes de produção do milho apresentam melhores resultados em sucessão à adubação verde com a crotalária em comparação com a mucuna preta e o guandu anão.
2. Há efeito da interação entre adubação verde e adubação nitrogenada mineral resultando em maior produtividade de grãos para a cultura do milho nas condições edafoclimáticas analisadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às instituições: CNPq e FAPEAL e ao Mestrado de Agronomia - CECA/UFAL, o apoio técnico e financeiro.

LITERATURA CITADA

- Agriannual. Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2009. p.371-376.
- Amado, T. J. C.; Mielniczuk, J.; Aita, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, v.26, p.241-248, 2002.
- Arnon, I. Mineral nutrition of maize. Bern: International Potash Institute, 1975. 452p.
- Balko, L. G.; Russel, W. A. Response of maize inbred lines to N fertilizer. *Agronomy Journal*, v.72, p.723-32, 1980.
- Bernardi, A. C. de C.; Machado, P. L. O. de.; Freitas, P. L. de; Coelho, M. R.; Leandro, W. M.; Júnior, J. P. de O.; Oliveira R. P. de; Santos H. G. dos; Madari B. E.; Carvalho, M. da C. S. Correção do solo e adubação no sistema de plantio direto nos cerrados. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, documentos, n.46, 2003. 22p.
- Bertin, E. G.; Andrioli, I.; Centurion, J. F. Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.27, p.379-386, 2005.
- Carvalho, M. A. C. de; Soratto, R. P.; Athayde, M. L. F.; Sá M. E. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, p.47-53, 2004.
- Coelho, A. M. Nutrição e adubação do milho. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Sete Lagoas: Embrapa CNPMS, 2006. Circular Técnica, 78.
- Collier, L. S.; Castro, D. V.; Dias Neto, J. J.; Brito, D. R.; Ribeiro, P. A. de A. Manejo da adubação nitrogenada para o milho sob palhada de leguminosas em plantio direto em Gurupi, TO. *Ciência Rural*, v.36, p.1100-1105, 2006.

CONAB - Conselho Nacional de Abastecimento (Brasília, DF). Acompanhamento da safra brasileira: dez 2008/ jan 2009. http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_06_12_16_15_32_boletim_portugues_junho_2012.pdf>. 25 Jun. 2012.

- Cruz, S. C. S.; Pereira, F. R. da S.; Santos, J. R.; Albuquerque, A. W. de; Pereira, R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, p.62-68, 2008a.
- Cruz, S. C. S.; Pereira, F. R. S.; Santos J. R.; Albuquerque, A. W. Parcelamento da adubação nitrogenada na cultura do milho irrigado em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, p.370-375, 2008b.
- EMBRAPA – Empresa de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 2006. 412p.
- Fancelli, A. L.; Dourado Neto, D. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.
- Heinrichs, R. Produção e estado nutricional do milho em cultivo intercalar com adubos verdes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26, p.225-230, 2002.
- Heinrichs, R.; Vitti, G. C.; Moreira, A.; Monteiro F.; Figueiredo, P. A. M.; Fancelli, A. L.; Corazza, J. E. 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.
- Karlen, D. L.; Flanery, R. L.; Sadler, E. J. Aerial accumulation and partitioning of nutrients by corn. *Agronomy Journal*, v.80. p.232-42, 1988.
- Pereira, R. G.; Albuquerque, A. W.; Cunha, J. L. X.; Paes, R. A. Atributos químicos do solo influenciados por sistemas de manejo. *Revista Caatinga*, v.22, p.78-84, 2009a.
- Pereira, R. G.; Albuquerque, A. W.; Madalena, J. A. S. Influência dos sistemas de manejo do solo sobre os componentes de produção do milho e *Brachiaria decumbens*. *Revista Caatinga*, v.22, p.64-71, 2009b.
- Possamai, J. M.; Souza, C. M.; Galvão, J. C. C. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. *Bragantia*, v.60, p.79-82, 2001.
- Rosa, D. M.; Nóbrega, L. H. P.; Lima, G. P. de; Mauli, M. M. Desempenho da cultura do milho implantada sobre resíduos culturais de leguminosas de verão em sistema plantio direto. *Semina: Ciências Agrárias*, v.32, p.1287-1296, 2011.
- Silva, E. C. da; Muraoka T.; Buzetti S.; Trivelin P. C. O. Manejo de nitrogênio no milho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura, em Latossolo Vermelho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, p.477-486, 2006a.
- Silva, E. C. da; Muraoka, T.; Veloso, M. E. C. da; Trivelin, P. C. O. Aproveitamento do nitrogênio (¹⁵N) da crotalária e do milheto pelo milho sob plantio direto em Latossolo Vermelho de cerrado. *Ciência Rural*, v.36, p.739-746, 2006b.
- Silva, E. C. da; Muraoka, T.; Villanueva, F. C. A.; Espinal, F. S. C. Aproveitamento de nitrogênio pelo milho, em razão da adubação verde, nitrogenada e fosfatada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, p.118-127, 2009.