

RESPOSTA DO MILHO EM SEMEADURA DIRETA E CONVENCIONAL EM SUCESSÃO A ESPÉCIES DE COBERTURA DO SOLO

SILVA, Mônica Martins da¹; ALVES, Marlene Cristina².

¹Unicastelo, Campus de Fernandópolis.

²FEIS/UNESP/Ilha Solteira, mcalves@agr.feis.unesp.br

RESUMO: Realizou-se esta pesquisa com o objetivo de avaliar espécies de cobertura do solo no inverno mais apropriadas para participarem de um sistema de sucessão de culturas com semeadura direta e convencional de milho. O experimento foi instalado em um Latossolo Vermelho de cerrado localizado no município de Selvíria (MS). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, no esquema em faixas com parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro plantas de cobertura: *Mucuna aterrima*, *Pennisetum americanum*, *Crotalaria juncea*, *Cajanus cajan* e área de pousio, e as subparcelas foram constituídas pelos sistemas de semeadura direta e convencional. Em relação às plantas de cobertura avaliou-se a massa das matérias seca e verde. Quanto à cultura do milho, verificou-se: o rendimento, massa de 100 grãos, número e altura de plantas e teor de macronutrientes nas folhas. De modo geral, concluiu-se que as plantas de cobertura estudadas, após cinco anos de implantação dos sistemas, estão com comportamento semelhante quanto aos seus efeitos no rendimento do milho. A cultura do milho obteve maior produtividade sob semeadura direta em relação à semeadura convencional.

Palavras-chave: manejo do solo; características agronômicas do milho; plantas de cobertura.

CORN RESPONSE IN NO-TILL AND CONVENTIONAL TILLAGE IN SUCCESSION TO COVER PLANTS

SUMMARY: Was conducted a study with the purpose to identify more appropriate cover crops for cold season to participate of a succession system with no-till and conventional tillage system of corn. The investigation was installed in a cerrado Oxisol located at in Selviria, Mato Grosso do Sul, Brazil. A completely randomized design was used with subdivided parcels (randomized block design), with five treatments and four repetitions. The parcels were constituted by four cover plants: *Mucuna aterrima*, *Pennisetum americanum*, *Crotalaria juncea* and *Cajanus cajan* and area with spontaneous vegetation. Subparcelas were constituted by no-tillage and conventional tillage. In relation to the cover plants the weight dry and green biomass was evaluated. As for the culture of the corn, it was verified the yield, mass of 100 grains, number and height of plants and macronutrients contents in leaf. In general way was concluded that the cover plants studied, after five years with this managements, had the same behaviour in relation to the soil and corn yield effects. The highest corn wield was achieved under no-till.

Key words: soil management; agronomic corn characteristics; cover plants.

INTRODUÇÃO

Existem várias espécies de cobertura de solo com características adequadas para a semeadura direta e para o rendimento de grãos de milho cultivado em sucessão. Para beneficiar este sistema, as espécies de cobertura devem proteger o solo e melhorar as suas características físicas e químicas e, para a cultura subsequente, devem incrementar o rendimento de grãos e o suprimento de nitrogênio (CALEGARI, 1993; AITA, 1997). As consorciações de culturas de cobertura (gramíneas, leguminosas, crucíferas e outras) apresentam vários benefícios para melhoria da qualidade do solo. Especificamente quanto ao nitrogênio, as leguminosas adicionam este nutriente pela fixação biológica do nitrogênio atmosférico, contribuindo para o aumento da disponibilidade de nitrogênio para as culturas em sucessão, enquanto que as gramíneas e as crucíferas atuam na ciclagem do nitrogênio mineral do solo, reduzindo os riscos de lixiviação. Segundo PAULA et al. (1998) as gramíneas, que possuem um sistema radicular mais denso, provocam normalmente uma melhoria nas propriedades físicas do solo. As leguminosas, devido à presença de um sistema radicular geralmente mais bem ramificado e profundo, promovem a reciclagem de nutrientes das camadas inferiores e, com a morte e decomposição das raízes, formam canalículos que aumentam a infiltração de água no solo.

Segundo HAAS (1997) a cobertura do solo agregada ao sistema de semeadura direta é a grande responsável pela otimização do aproveitamento de nutrientes, tanto dos fertilizantes, como do próprio solo, num processo lento e gradual de melhorias físico-químicas.

De acordo com DA ROS & AITA (1996) as leguminosas por possuírem capacidade de fixar nitrogênio atmosférico por meio da simbiose com bactérias específicas e, desta forma, elevar a disponibilidade deste nutriente no solo, apresentam características benéficas para anteceder a cultura do milho. GARCIA et al. (2002) estudando o rendimento do milho e a

relação existente com o teor de clorofila nas folhas, em resposta aos adubos verdes e à adubação nitrogenada em diferentes doses, verificaram que o milheto e o guandu foram as alternativas mais promissoras em termos de formação de cobertura vegetal do solo, no cultivo antecipado, visando à implantação da semeadura direta, com possíveis economias na utilização de adubos nitrogenados na cultura do milho utilizada em sucessão. Obtiveram produtividade de 10593 kg ha⁻¹ de espigas de milho na área onde se encontrava o milheto e 11059 kg ha⁻¹ de espigas, na área do guandu.

Por outro lado, segundo BROADEBENT & NAKASHIMA (1974), a prática da aração e da gradagem cria condições favoráveis à decomposição do material incorporado e não há acúmulo de matéria orgânica e, em determinadas situações, especialmente quando a relação C/N for muito estreita (menor que 20:1), pode haver decomposição da matéria orgânica do próprio solo. ANDREOLA et al. (2000) resumem isso afirmando que quando em estado vegetativo, sua ação sobre as propriedades físicas é indireta, pela proteção física da superfície do solo, evitando a degradação superficial, e direta, pelo crescimento das raízes. Com a incorporação, todo trabalho realizado pela cobertura é destruído. Assim, algumas propriedades como a formação e a estabilidade de agregados, a retenção de água, a porosidade e a aeração do solo, são alteradas.

A presente pesquisa teve por objetivo avaliar espécies de cobertura do solo no inverno mais apropriadas para participarem de um sistema de sucessão de culturas com semeadura direta e convencional de milho em um Latossolo Vermelho de cerrado.

MATERIALE MÉTODOS

Localização e caracterização da área experimental

O trabalho foi conduzido na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP,

localizada no Município de Selvíria - MS, apresentando como coordenadas geográficas 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de latitude Sul, com altitude de 335 metros.

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho (SOUZA, 2000). A precipitação e a temperatura médias anuais são de 1370 mm e 23,5 °C, respectivamente, e a média anual da umidade relativa do ar varia entre 70 e 80 %.

Histórico da área experimental

O experimento teve início no ano agrícola de 1997/98 com a cultura do milho no verão e feijão no inverno, tendo continuidade nos anos de 1998/99, 1999/00, 2000/01 e 2001/02.

Para o presente trabalho, foi acompanhado o ano agrícola de 2002/03, sendo utilizado o período referente a cultura de verão (milho).

O solo foi preparado inicialmente em 1997 com uma aração e duas gradagens e, em seguida semeado o feijão. Após a colheita do feijão, em setembro, realizou-se o preparo do solo, aplicando-se na área destinada à semeadura direta o herbicida glyphosate (2.400 g ha⁻¹ do i.a.), herbicida para dessecação e, na área destinada ao preparo convencional feita uma gradagem pesada e duas gradagens niveladoras.

Em seguida procedeu-se a semeadura das plantas de cobertura e, em dezembro realizou-se o manejo destas, sendo que na área destinada a semeadura direta fez-se a dessecação das plantas de cobertura e, nas áreas do preparo convencional as plantas de cobertura foram roçadas. Posteriormente realizou-se uma gradagem pesada e duas niveladoras e, semeada a cultura do milho.

Este procedimento de manejo do solo foi utilizado desde a implantação do experimento, em 1997/98, portanto durante cinco anos.

Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram constituídos pela combinação de quatro plantas de cobertura: mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), milheto (*Pennisetum americanum*), crotalária

(*Crotalaria juncea*) e guandu (*Cajanus cajan*) e área com vegetação espontânea (pousio) e, dois sistemas de semeadura: direta e convencional (preparo do solo com grade aradora e grade niveladora).

As plantas de cobertura foram semeadas em setembro de 2002 sendo o espaçamento de 0,34 m entrelinhas. Quanto à densidade de semeadura utilizou-se: 10, 40, 25 e 12 sementes/m linear para a mucuna-preta, milheto, crotalária e guandu, respectivamente. O milho foi semeado em dezembro de 2002 e utilizou-se o híbrido 3050 Agromen, e a densidade de semeadura foi de 5,4 sementes/m linear de sulco, com espaçamento de 0,30 m entrelinhas. A adubação básica de semeadura foi de 250 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16. Na área com semeadura direta foi utilizado 480 g L⁻¹ de glyphosate. No florescimento pleno do milho realizaram-se as avaliações das plantas.

As parcelas foram constituídas pelas plantas de cobertura e as subparcelas pelos sistemas de semeadura. Cada subparcela teve a dimensão de sete metros de largura por seis metros de comprimento, e foram espaçadas uma das outras por uma distância de sete metros.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, no esquema em faixas (para facilitar as operações de campo) com parcelas subdivididas, com quatro repetições.

AVALIAÇÕES

Plantas de cobertura

Por meio da coleta de massa verde das plantas contidas em 1,0 m², em dois pontos de cada parcela foi determinada a massa verde e em seguida a massa seca (estufa a 60-700 °C) na época do manejo dos mesmos. Na área de semeadura direta foi feita a dessecação e na convencional a incorporação com grade aradora (85 dias após a semeadura).

Características agronômicas do milho

O rendimento do milho foi obtido coletando-se as espigas das plantas contidas

na área de 3,6 m² de cada subparcela. Os grãos foram colhidos e pesados, e os dados transformados em kg ha⁻¹ (13 % base úmida).

A altura média das plantas de milho foi obtida medindo-se a distância entre o colo das plantas até a inserção da última folha, em amostras de 10 plantas de cada subparcela.

A contagem do número de plantas foi feita colocando-se uma trena de 2 m na linha de plantas de milho, em cada parcela.

Avaliou-se com duas amostragens de 100 grãos, da produção obtida em cada repetição avaliada, com posterior pesagem em balança de precisão (0,01 g). Realizou-se essa avaliação no mesmo dia da pesagem da produção para transformação dos dados também para 13 % de umidade (base úmida).

Macronutrientes nas folhas de milho

Foi coletado aos 90 dias após a semeadura, em cada subparcela, o terço médio de 30 folhas inseridas na primeira espiga para se proceder a análise foliar, segundo RAIJ et al. (1997) e RAIJ & ZULLO (1977).

Análise estatística

Para a realização da análise estatística, procedeu-se a análise de variância, com aplicação do teste F e a comparação de médias utilizando-se o teste de Tukey a 5 % de probabilidade, por meio do programa estatístico SISVAR 4.3 DEX-UFLA (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Massa seca e verde das plantas de cobertura

Nas Tabelas 1 e 2 observa-se que o preparo do solo influenciou a produção de massa verde das plantas de cobertura, sendo que na área com semeadura convencional esta variável obteve maior resultado. Ainda, as plantas de cobertura diferenciaram-se entre si significativamente tanto na produção de massa verde quanto na produção de massaseca, sendo o milheto a planta que obteve maior massa para as duas variáveis,

concordando com resultados obtidos por GARCIA et al. (2002) e por CABEZAS et al. (2004), seguido do pousio, crotalária, mucuna e guandu. Já, os resultados encontrados por SODRÉ FILHO et al. (2004) mostraram maior produção média de massa seca para mucuna, crotalaria, guandu, milheto e pousio (2532, 2280, 1812, 1613 e 1132 kg ha⁻¹, respectivamente). Entretanto, as médias de massa seca obtidas nesta pesquisa, foram inferiores a 6000 kg ha⁻¹ que, segundo ALVARENGA et al. (2001), é a quantidade adequada de resíduos que proporciona boa taxa de cobertura do solo.

Tabela 1: Valores de F, coeficiente de variação (CV) e diferença mínima significativa (DMS) para massa verde e seca das plantas de cobertura do solo.

Causas da variação	Valores de F	
	Massa verde	Massa seca
Preparo (P)	16,43 *	0,524 ^{ns}
CV %	21,97	35,15
Planta de cobertura (PC)	92,5 **	87,95 **
P*PC	6,49 **	0,85 ^{ns}
CV %	21,82	19,06
	DMS Tukey a 5 %	
Preparo (P)	2465,67	938,92
Planta de cobertura (PC)	3586,32	745,53
P*PC	3552,03	738,41
PC*P	5071,83	1054,35

n.s. não significativo; * significativo a 5 %; ** significativo a 1%

Tabela 2: Valores médios de massa verde e seca (kg ha⁻¹) em função do preparo e das plantas de cobertura do solo.

	Massa Verde	Massa Seca
Preparos de solo		
Semeadura convencional	12723	2760 A
Semeadura direta	9583	2547 A
Plantas de cobertura		
Milheto	24814	5381 A
Pousio	11813	2483 B
Crotalária	9708	2833 B
Mucuna	5698	1371 C
Guandu	3731	1200 C

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Ainda verifica-se que houve interação entre o preparo do solo e as plantas de cobertura para a quantidade de massa verde (Tabela 1) e o desdobramento da interação entre plantas de cobertura e preparo do solo encontra-se na Tabela 3. De forma geral, apesar de não ter apresentado diferenças, as plantas de cobertura na semeadura direta apresentaram maior biomassa em relação à semeadura convencional, concordando com os resultados obtidos por SODRÉ FILHO (2004). Com relação ao preparo do solo verifica-se que a quantidade de massa verde para a área de milho obteve diferenças significativas, sendo a semeadura direta superior em relação ao preparo convencional. Esses resultados concordam com os resultados obtidos por MARQUES et al. (2002), os quais estudando as quantidades de nutrientes restituídos ao solo através de plantas de cobertura (milheto e aveia preta) e resíduos das culturas de soja e milho, em função da aplicação ou não de calcário na implantação do sistema de semeadura direta, verificaram que o milheto mostrou maior capacidade de produção de massa seca para cobertura do solo, em relação à aveia preta. Ainda ALMEIDA (2001) trabalhando na mesma área onde foi realizada esta pesquisa, também verificou efeitos significativos entre plantas de cobertura sendo o milheto a espécie que apresentou maior produção de massa seca e verde comparada com os demais tratamentos.

Tabela 3: Desdobramento da interação entre plantas de cobertura e preparo do solo para massa seca.

Planta de cobertura	Massa Verde (kg ha^{-1})	
	Semeadura direta	Convencional
Milheto	30248 a A	19381 b A
Pousio	12383 a B	11243 a B
Crotalária	10036 a BC	9381 a C
Mucuna	6930 a CD	4467 a C D
Guandu	4019 a D	3443 a D

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna e minúsculas iguais na linha, entre cada variável, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

O guandu foi a planta que obteve menor produção de massa verde, não diferindo estatisticamente apenas da mucuna. FERREIRA (1996) avaliando diferentes leguminosas cultivadas no inverno no sul de Minas Gerais em dois sistemas de manejo e seus efeitos nos teores de nitrogênio no solo e nas características agrônômicas de cultivares de milho verificou que o guandu apresentou resultados inferiores de massa seca e verde quando comparado com outras leguminosas (crotalária, tremoço, feijão de porco e mucuna preta), concordando com os resultados obtidos nesta pesquisa. O manejo das plantas de cobertura foi realizado aos 85 dias após a semeadura, não sendo este período o suficiente para o satisfatório desenvolvimento do guandu. Segundo ALMEIDA (2001), a menor produtividade do guandu pode ser atribuída ao curto período de tempo entre a semeadura e o manejo (52 dias), visto que para o guandu seria necessário um período maior (140-180 dias) para que o mesmo expressasse todo seu potencial produtivo.

Características agrônômicas do milho

Os valores de F mostram (Tabela 4) que para a quantidade de massa seca e altura de plantas de milho não houve interferência do tipo de preparo do solo, assim como do tipo de planta de cobertura e da interação preparo x planta de cobertura utilizada. Entretanto, para a massa de 100 grãos e número de plantas, houve interferência do preparo do solo, porém não ocorreu interferência da planta de cobertura e nem da interação preparo x planta de cobertura.

Na Tabela 5 verifica-se que tanto para massa de 100 grãos como para o número de plantas de milho a semeadura direta obteve valores maiores quando comparada à semeadura convencional, confirmando assim os resultados de maior rendimento na semeadura direta. Os resultados relacionados ao número de plantas concordam com os verificados por ARF et al. (2007). Os autores explicam que é possível que as maiores populações de plantas na semeadura direta estejam relacionadas com a condição do solo

no momento da semeadura, permitindo maior atrito entre a roda motriz responsável pela movimentação do sistema de distribuição de

sementes e o solo, permitindo melhor funcionamento do sistema de distribuição de sementes.

Tabela 4: Valores de F, coeficiente de variação (CV) e diferença mínima significativa (DMS) para massa seca, massa de 100 grãos, número e altura de plantas de milho.

Causas da variação	Valores de F			
	Massa seca	Massa de 100 grãos	Número de plantas	Altura de plantas
Preparo (P)	9,45 ^{ns}	13,66 [*]	93,34 ^{**}	0,13 ^{ns}
CV %	12,68	9,68	2,65	5,30
Planta de cobertura (PC)	0,39 ^{ns}	2,64 ^{ns}	1,35 ^{ns}	0,16 ^{ns}
P*C	0,76 ^{ns}	1,10 ^{ns}	0,65 ^{ns}	1,03 ^{ns}
CV %	18,16	5,08	8,39	5,41
DMS Tukey a 5 %				
Preparo (P)	658,77	3,40	0,54	10,33
Planta de cobertura (PC)	1381,16	2,61	2,52	15,44
P*PC	1367,95	2,59	2,49	15,29
PC*P	1953,26	3,69	3,56	21,84

n.s. não significativo; * significativo a nível de 5 % ;** significativo a 1%

Tabela 5: Valores médios de massa de 100 grãos e número de plantas de milho em função do preparo de solo.

Preparos de solo	Massa de 100 grãos (g)	Número de plantas ha
Semeadura direta	36,90 A	58.333 A
Semeadura convencional	32,95 B	52.778 B
Plantas de cobertura		
Guandu	35,25 A	58.333 A
Crotalária	35,25 A	52.778 A
Mucuna	35,37 A	55.555 A
Milheto	33,12 A	55.555 A
Pousio	35,62 A	58.333 A

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Os valores de F (Tabela 6) revelam que o rendimento de grãos de milho teve interferência do tipo de preparo do solo, entretanto o tipo de planta de cobertura

utilizada não o influenciou, assim como a interação entre preparo do solo e plantas de cobertura.

Tabela 6: Valores de F, coeficiente de variação (CV) e diferença mínima significativa (DMS) para rendimento de grãos de milho.

Causas da variação	Valores de F para rendimento de grãos
Preparo (P)	30,25 *
CV %	15,44
Planta de cobertura (PC)	1,46 ^{ns}
P*PC	0,73 ^{ns}
CV %	16,17
DMS Tukey a 5 %	
Preparo (P)	828,73
Planta de cobertura (PC)	1270,97
P*PC	1258,81
PC*P	1797,42

n.s. não significativo; * significativo a 5 % ;** significativo a 1 %

Verifica-se na Tabela 7 que houve diferença estatística entre a semeadura direta e convencional para o rendimento de grãos, sendo que a semeadura direta proporcionou maior rendimento de grãos, discordando dos resultados de CABEZAS et al. (2004), porém concordando com os de ARF et al. (2007). No ano agrícola de 1998/99 CARVALHO (2000) observou que o rendimento do milho na semeadura convencional (4.800 kg ha⁻¹) foi maior que na semeadura direta (4.100 kg ha⁻¹). Já, ALMEIDA (2001) trabalhando nesta mesma área, não observou diferença entre os preparos quanto ao rendimento de grãos, sendo que a semeadura direta obteve 4.800 kg ha⁻¹ e a convencional, 4.200 kg ha⁻¹. Estes resultados são discordantes dos verificados neste trabalho, demonstrando que após quatro anos a semeadura direta se igualou a semeadura convencional, e depois de cinco anos superou-a, levando-se a inferir que a semeadura direta está promovendo a melhoria do solo ao longo dos anos como era esperado. Segundo Wright et al. (1999); Gomez et al. (2002); McGarry et al. (2000) citados por KARUNATILAKE & VAN ES (2002) a semeadura direta reduz a degradação estrutural do solo ou pode revertê-la, quando

comparada à semeadura convencional e, depois de vários anos, geralmente mostra maior estabilidade de agregados, compostos mais estáveis e maior infiltração de água, bem como melhor retenção e aproveitamento da água disponível para as plantas. Além disso, estes resultados podem ser relacionados à maior quantidade de N e P disponibilizados na semeadura direta (Tabela 9) para as plantas de milho.

Verifica-se ainda que não houve diferença significativa entre as plantas de cobertura no rendimento de grãos de milho. Segundo MARQUES et al. (2002), o efeito negativo do milho sobre o rendimento de grãos de milho deve estar ligado à imobilização microbiana de nitrogênio proporcionada pelos seus resíduos culturais com elevada relação C/N, evidenciando a importância da inclusão de leguminosas no

Tabela 7: Valores médios de rendimento de grãos de milho em função do preparo do solo e das plantas de cobertura.

Tratamentos	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Preparos de solo	
Semeadura direta	6048 A
Semeadura convencional	4616 B
Plantas de cobertura	
Mucuna	5710 A
Pousio	5635 A
Guandu	5411 A
Crotalária	5039 A
Milheto	4866 A

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Macronutrientes nas folhas de milho

Na Tabela 8 os valores de F mostram que para o teor de nitrogênio e teor de fósforo, houve interferência do tipo de preparo do solo, porém, a planta de cobertura assim como a interação preparo x planta de cobertura utilizada, não influenciaram nos teores desses macronutrientes. Para os demais macronutrientes (K, Ca, Mg e S) estudados não ocorreu interferência do preparo do solo, da planta de cobertura e nem da interação preparo x planta de cobertura.

Tabela 8: Valores de F, coeficiente de variação (CV) e diferença mínima significativa (DMS) para macronutrientes nas folhas de milho.

Causas da variação	Valores de F					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Preparo (P)	864,0 *	18,78 *	0,22 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,0 ^{ns}
CV %	0,90	18,79	45,16	22,33	18,78	38,89
Planta de cobertura (PC)	0,75 ^{ns}	2,36 ^{ns}	0,28 ^{ns}	1,03 ^{ns}	0,76 ^{ns}	1,54 ^{ns}
P*C	1,20 ^{ns}	1,93 ^{ns}	0,26 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,45 ^{ns}
CV %	5,52	13,53	23,07	11,41	17,25	32,24
DMS Tukey a 5 %						
Preparo (P)	0,26	0,48	4,40	1,57	0,54	0,45
Planta de cobertura (PC)	2,32	0,50	3,29	1,17	0,73	0,55
P*PC	2,30	0,50	3,26	1,16	0,72	0,54
PC*P	3,28	0,71	4,65	1,66	1,03	0,77

n.s. não significativo; * significativo a 5 %

Na Tabela 9 verifica-se que o teor de nitrogênio nas folhas de milho cultivado no solo sob semeadura direta foi maior em relação ao preparo convencional. Segundo AMADO (2000), a redução na intensidade do preparo do solo se reflete no maior acúmulo de nitrogênio total no solo, principalmente nos sistemas de cultura com elevado aporte de nitrogênio como as leguminosas. Esses resultados estão em concordância com AITA et al. (2001), os quais estudando plantas de cobertura do solo como fonte de nitrogênio ao milho sob semeadura direta, verificaram que no primeiro ano de avaliação, 57% do nitrogênio presente inicialmente na fitomassa das leguminosas, foi liberado nos primeiros 30 dias após o manejo e, no segundo ano, 60 % do nitrogênio foi liberado, tendo conseqüências importantes no fornecimento deste nutriente à cultura em sucessão.

Tabela 9: Quantidades de nitrogênio (g kg⁻¹) e de fósforo (g kg⁻¹) nas folhas de milho em função do preparo do solo e de plantas de cobertura.

	N	P
Preparos do solo		
Semeadura direta	29,75 A	2,70 A
Semeadura convencional	27,35 B	2,26 B
Plantas de cobertura		
Guandu	29,12 A	2,54 A
Crotalária	28,67 A	2,60 A
Mucuna	28,87 A	2,46 A
Milheto	28,50 A	2,36 A
Pousio	27,87 A	2,33 A

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

A avaliação do teor de macronutrientes foi feita aos noventa dias após a semeadura, quando principalmente a demanda em nitrogênio pelas culturas é elevada, confirmando assim, que as quantidades desses nutrientes liberados pelos resíduos culturais sob semeadura direta, foram satisfatórias, evidenciando a importância deste sistema e da palhada das plantas de cobertura do solo na melhoria do balanço de nitrogênio no solo.

Em relação ao teor de fósforo, verificou-se que no solo sob semeadura direta, houve maior quantidade desse nutriente nas folhas de milho. CARNEIRO (1999), estudando a influência de diferentes plantas de cobertura e da semeadura direta e convencional na dinâmica de alguns parâmetros biológicos associados ao ciclo do fósforo, verificou que a semeadura direta favoreceu a atividade da fosfatase e a ocorrência de microrganismos solubilizadores de fosfato na camada superior do solo (0-0,05 m) em relação à semeadura convencional, sugerindo a maior disponibilidade desse nutriente às plantas.

Ao relacionar-se o teor de nitrogênio e fósforo nas folhas de milho com as plantas de cobertura que o antecedeu, observa-se que não houve diferença significativa.

Embora o teor de fósforo nas folhas de milho em sucessão às plantas de cobertura sejam consideradas adequadas, a literatura mostra que plantas de cobertura como a mucuna, guandu entre outras, reciclam baixa quantidade desse elemento. BORKET et al. (2003), estudando nutrientes na biomassa da parte aérea de culturas de cobertura do solo (aveia-preta, mucuna-preta, guandu, tremoço e ervilhaca), verificaram que essas espécies reciclaram baixas quantidades de fósforo.

Cabe ainda ressaltar que o teor de nitrogênio e fósforo está de acordo com o nível recomendado por SILVA (1999), ou seja, entre 27 a 35 g kg⁻¹, 2 a 4 g kg⁻¹, respectivamente. Ainda, ao relacionar o conteúdo de água no solo com a absorção de nutrientes, pode-se verificar que a semeadura direta em relação a convencional condiciona ao solo maior disponibilidade e armazenamento de água, devido ao maior conteúdo de matéria orgânica, interferindo nos mecanismos de movimentação e redistribuição de nutrientes com maior mobilidade no solo, como o nitrogênio, enxofre e potássio. Em relação ao fósforo, o maior teor de água na semeadura direta favorece a difusão desse nutriente até as raízes das plantas, aumentando sua absorção (COSTA, 2002).

CONCLUSÕES

As plantas de cobertura estudadas, após cinco anos de implantação dos sistemas, estão com comportamento semelhante quanto aos seus efeitos no solo e no rendimento do milho.

A cultura do milho obteve maior produtividade sob semeadura direta em relação à semeadura convencional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C. et al. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.25, n.1, p.157-165, 2001.

AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. In: FRIES, M.R., DALMOLIN, R S.D. (Coord.). *Atualização em recomendação de adubação e calagem: ênfase em plantio direto*. Santa Maria: Pallotti, 1997. p.76-111.

ALMEIDA, V.P. Sucessão de culturas em preparo convencional e plantio direto em Latossolo Vermelho sob vegetação de cerrado. Ilha Solteira: UNESP/Campus de Ilha Solteira 2001. 71p. (Dissertação de mestrado).

ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. *Informe Agropecuário*, v.22, p.25-36, 2001.

AMADO, T.J.C. Manejo da palha, dinâmica da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes em plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, Foz do Iguaçu, 2000. Resumos. Foz do Iguaçu: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2000. p.105-111.

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. *Revista Brasileira de Ciência do*

Solo, v.24, n.4, p.857-865, 2000.

ARF, O.; FERNANDES, R.N.; BUZETTI, S.; RODRIGUES, R.A.F.; SÁ, M.E.de; ANDRADE, J.A.da C. Manejo do solo e época de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e rendimento do milho. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 29, n. 2, p.211-217, 2007.

BORKERT, C.M. et al. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em cultura de cobertura de solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, n.1, p.143-153, 2003.

BROADEBENT, F.E.; NAKASHIMA, T. Mineralization of carbon and nitrogen in soil amended with carbon-13 and nitrogen-15 labeled plant material. *Soil Science Society of America Journal*, v.38, n.2, p.313-315, 1974.

CABEZAS, W.A.R.L.; ALVES, B.J.R.; CABALLERO, S.S.U.; SANTANA, D.G. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. *Ciência Rural*, v.34, n.4, p.1005-1013, 2004.

CALEGARI, A. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M.B.B. (Coord.). *Adubação verde no sul do Brasil*. Rio de Janeiro: Pta/Fase, 1993. p.1-55.

CARNEIRO, R.G. Dinâmica de parâmetros biológicos associados ao ciclo do fósforo em solo de cerrado sob diferentes sistemas de manejo. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina 1999. 85p. (Dissertação de mestrado).

CARVALHO, M.A.C. Adubação verde e sucessão de culturas em semeadura direta e convencional em Selvíria-MS. Jaboticabal: UNESP/Campus de Jaboticabal 2000. 189p. Tese de doutorado).

COSTA, A. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: MORAES, M. H; MÜLLER, M. M. L.; FOLONI, J. S. S. (Coord.). *Qualidade física do solo: métodos de estudo -*

sistemas de preparo e manejo do solo. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002. p.198-225.

DA ROS, A.O.; AITA, C.; Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.20, p.135-140, 1996.

FERREIRA, A. M. Efeitos de adubos verdes nos componentes de produção de diferentes cultivares de milho. 1996. Lavras: Universidade Federal de Lavras 1996. 70p. (Dissertação de mestrado).

FERREIRA, D.F. Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas. Lavras: Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal de Lavras, 2000. 66 p.

GARCIA, R.N. et al. Efeitos dos adubos verdes e da adubação nitrogenada sobre o teor de clorofila e rendimento do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Florianópolis, 2002. Resumos. Florianópolis: Multimídia Prox, 2002. 1 CD-ROM.

HAAS, F. Plantio direto- fatores que interferem na eficiência a adubação. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO E CALAGEM, ÊNFASE EM PLANTIO DIRETO, Santa Maria, 1997. Palestras. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1997. p.125-131.

KARUNATILAKE, U.P.; van ES, H.M. Rainfall an tillage effects on soil structure after alfafa conversion to maize on a clay loam soil in New York. *Soil and Tillage Research*, v.67, n.2, p. 135-146, 2002.

MARQUES, J.D.; LIBARDI, P.L.; JONG VAN LIER, Q. Relação entre horizontes pedológicos e propriedades hidráulicas em dois Latossolos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26, n.3, p.567-577, 2002.

PAULA, M.B. de; ASSIS, R.L.; BAHIA, V.G.

Efeitos do manejo dos resíduos culturais, adubos verdes, rotação de culturas e aplicação de culturas e aplicação de corretivos nas propriedades físicas e recuperação dos solos. Informe Agropecuário, v. 19, n. 191, p. 66-70, 1998.

RAIJ, B. van; et al. Análise química do solo para fins de fertilidade. Campinas: Fundação Cargill, 1997. 170 p.

RAIJ, B. van; ZULLO, M.A.T. Métodos de análise do solo. Campinas: Instituto Agrônomo, 1977. 16p. (Circular, 63).

SILVA, F.C. da. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: EMBRAPA, 1999. 370p.

SODRÉ FILHO, J.; CARDOSO, A.N.; CARMONA, R.; CARVALHO, A.M. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, n.4, p.327-334, 2004.

SOUZA, Z. M. Propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro de Selvíria-MS sob diferentes usos e manejos. Ilha Solteira: UNESP/ Campus de Ilha Solteira 2000. 126p. (Dissertação de mestrado).

