

Sistemas de produção e sua influência na cultura do milho safrinha em plantio direto

CASTOLDI, G.^{1*}; PIVETTA, L. A.¹; STEINER, F.¹; COSTA, M. M. S. C.²; COSTA, L. A. M.²

^{1*}Departamento de Produção Vegetal. Faculdade de Ciências Agrônômicas. Universidade Estadual Paulista – UNEPS. Rua José Barbosa de Barros, 1780, CEP 18610-370, Botucatu, SP. e-mail: castoldi@fca.unesp.br; fsteiner@fca.unesp.br.

²Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Rua Universitária, 2069, CEP 85.819-110, Cascavel, PR.

RESUMO

A utilização de esterco animal na agricultura aliada ao cultivo de plantas de cobertura pode conferir sustentabilidade ao sistema agrícola. Com o objetivo de avaliar o efeito de sistemas de culturas e de fontes de adubação na cultura do milho safrinha, conduziu-se um experimento em um Latossolo Vermelho sob plantio direto, em Marechal Cândido Rondon (PR). O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e os tratamentos dispostos em esquema fatorial 2 x 3, constituídos por dois sistemas de culturas (sucessão de culturas e rotação com plantas de cobertura) e três fontes de adubação (mineral, orgânica e organomineral). As adubações orgânica e organomineral consistiram da aplicação de esterco de poedeira unicamente e combinada com fertilizante mineral. Este estudo se refere ao efeito dos diferentes sistemas de produção na cultura do milho safrinha (safra 2008) em um experimento instalado em 2006. O cultivo de milho safrinha em rotação com plantas de cobertura proporcionou maior produção de silagem de planta inteira, porém não influenciou a produção de grãos. As fontes de adubação não afetaram o desenvolvimento do milho safrinha, tanto para produção de silagem como de grãos. A adoção de plantas de coberturas e de adubos orgânicos pode promover maior sustentabilidade aos sistemas de produção.

Palavras-chave: *Zea mays*, rotação de culturas, adubação orgânica.

ABSTRACT

Production systems and their influence on the culture of out-of-season corn in no-tillage system

The use of animal manure in agriculture coupled with the cultivation of cover crops can provide sustainability to agricultural systems. Aiming to evaluate the effect of cropping systems and nutrient sources in the culture of corn, we conducted an experiment on Oxisol in no-tillage system in Marechal Cândido Rondon (Paraná, Brazil). The experiment was carried out in a randomized block design with four replications and treatments arranged in a 2 x 3 factorial consisting of two cropping systems (crop rotation and rotation with cover crops) and three nutrient sources (mineral, organic and organomineral). Organic and organomineral fertilization consisted of hen manure alone and combined with mineral fertilizer. This study describes the effect of different production systems on the cultivation of out-of-season corn (2008 harvest) in an experiment set up in 2006. The cultivation of out-of-season corn in rotation with cover crops enabled higher production of whole plant silage, but it did not affect grain yield. The nutrient sources did not affect the development of corn, both for

silage and grain production. The adoption of cover crops and organic fertilizers can promote more sustainable production systems.

Keywords: *Zea mays*, crop rotation, organic fertilizer.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho safrinha, implantada no início dos anos 80, no Estado do Paraná, vem, a cada ano, ganhando mais importância no Brasil, e trazendo retornos econômicos importantes na entressafra aos produtores. Atualmente, o Estado do Paraná ocupa uma posição de destaque no cenário nacional, sendo o segundo maior produtor de grãos de milho safrinha, com uma produção estimada para a safra de 2010 de 5,2 milhões de toneladas, ficando atrás apenas do Estado de Mato Grosso com produção de 7,1 milhões de toneladas (CONAB, 2010). Estes dois estados representam quase 70% da produção nacional de milho de segunda safra.

Porém, devido às condições do cultivo na safrinha, o milho se desenvolve a maior parte de seu ciclo em meses cuja taxa de acúmulo térmico de desenvolvimento diário é muito baixa, resultando em alongamento do ciclo e maior probabilidade de problemas relacionados a diversas intempéries (BRUNINI, 1997). Não o bastante, os riscos relacionados ao cultivo do milho safrinha também aumentaram em função da elevação dos custos de produção e oscilação do mercado. Para tanto, deve-se buscar soluções potenciais para se reduzir ao menos os custos de produção, como por exemplo, a utilização de plantas de cobertura e/ou adubação orgânica, que além de reduzirem os custos contribuem para a sustentabilidade do sistema de produção agrícola.

Além da possibilidade de melhoria e/ou conservação das propriedades do solo, as plantas de cobertura promovem consideráveis aumentos de rendimento das culturas subseqüentes. Possui significativa viabilidade econômica, por permitirem melhor aproveitamento e redução da adubação mineral nas culturas subseqüentes com o decorrer dos anos, num adequado sistema de cultivo e rotação de culturas. Segundo Osterroht (2002) o manejo de solo com cobertura verde/morta conserva melhor a umidade do solo, intensificando a atividade biológica, ao mesmo tempo em que aumenta a disponibilidade de diversos nutrientes, como o nitrogênio e o potássio, que necessitam de umidade suficiente para estarem disponíveis.

Na região oeste do Estado do Paraná, a existência de considerável quantidade de esterco animal possibilita a adubação orgânica, ou mesmo a associação desta com a adubação mineral. Segundo Konzen e Alvarenga (2005), a adubação orgânica possui inúmeras vantagens, como o aproveitamento racional de todos os recursos disponíveis dentro da propriedade rural, estabelecendo-se o princípio de que o resíduo de um sistema pode constituir-se em um insumo potencial para outro sistema; o aumento da estabilidade dos sistemas de produção existentes, com o investimento em novos componentes tecnológicos; a maximização da eficiência dos sistemas de produção existentes, reduzindo custos e melhorando a produtividade de maneira sustentável social, econômica e ambientalmente.

Até o momento as informações disponíveis na literatura quanto ao uso associado de adubação orgânica com fertilizantes minerais na cultura do milho safrinha são incipientes e escassas. Na safra de verão, Gomes et al. (2005) verificaram que a associação de resíduos orgânico e fertilizante mineral, não influenciou a produtividade da cultura de milho.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de dois sistemas de culturas (com e sem rotação com plantas de cobertura) associado a três fontes de adubação (mineral, orgânica e organomineral), na produção de silagem e grãos de milho safrinha.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em sistema de plantio direto na Estação Experimental Agronômica da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, em Marechal Cândido Rondon – PR (latitude: 24° 31' S, longitude: 54° 24' W e altitude: 420 m), no período de maio a setembro de 2008.

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido (mesotérmico), verões quentes com tendência de concentração das chuvas (temperatura média superior a 22 °C), invernos com geadas pouco frequentes (temperatura média inferior a 18 °C), sem estação definida. Os dados climáticos durante a condução do experimento encontram-se na Figura 1. Durante a condução do experimento, a precipitação total foi de 320 mm e a temperatura média variou de 6 °C a 30 °C, mínima e máxima, respectivamente.

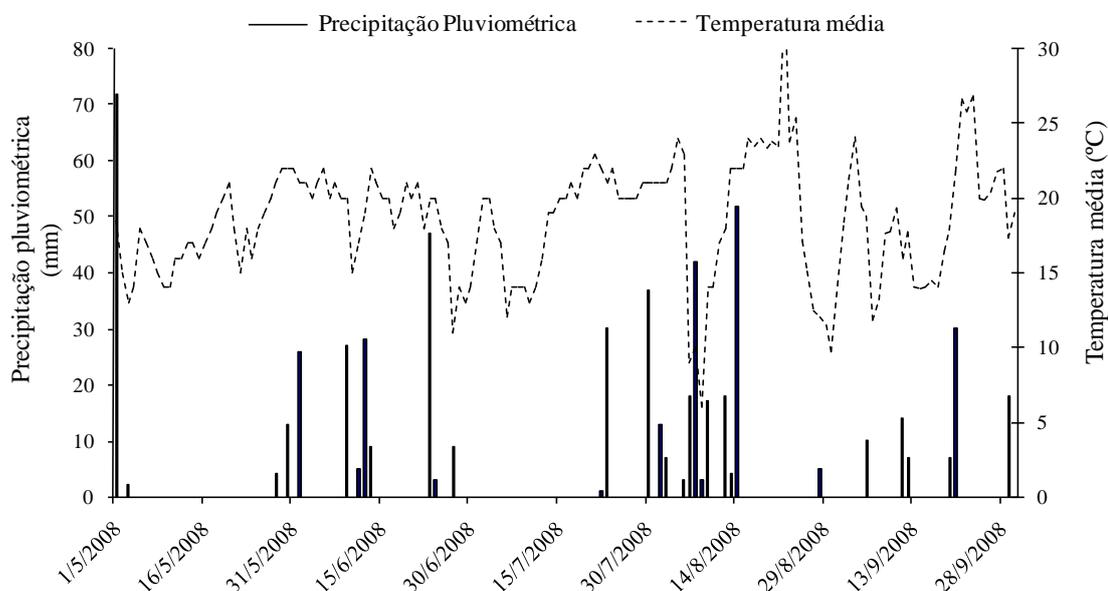


Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) entre os meses de maio e setembro de 2008 em Marechal Cândido Rondon, Estado do Paraná, Brasil.

Fonte: Núcleo de Estação Experimental da Unioeste.

O solo é classificado como Latossolo Vermelho eutroférico (Embrapa, 2006) profundo bem drenado e textura muito argilosa. A análise físico-química do solo, efetuada antes da instalação do experimento, apresentou os seguintes resultados: 640 g kg⁻¹ argila; matéria orgânica = 28 g dm⁻³; pH em CaCl₂ = 4,8; P (Mehlich-1) = 17 mg dm⁻³; K = 0,3 mg dm⁻³; Ca = 4,4 cmol_c dm⁻³ e Mg = 2,1 cmol_c dm⁻³; CTC = 12,6 cmol_c dm⁻³ e V = 53%. A área experimental vem sendo cultivada desde 2006 sob diferentes sistemas de produção.

Em junho de 2006 foram instalados os dois sistemas de culturas do experimento, semeando-se a cultura do trigo (sistema em sucessão) e um consórcio de plantas de

cobertura (sistema em rotação). O período em que foi realizado cada cultivo e a seqüência de culturas utilizadas no experimento é apresentado na Tabela 1. Todos os cultivos foram conduzidos de acordo com as especificações técnicas de cada cultura.

Tabela 1. Período e seqüência de culturas utilizadas no estudo.

Sistema de produção	Período/Safra				
	Outono/inverno (2006)	Primavera/verão (2006/07)	Outono/inverno (2007)	Primavera/verão (2007/08)	Outono/inverno (2008)
Sucessão	Trigo	Milho	Trigo	Soja	Milho safrinha
Rotação	Aveia/ervilhaca/nabo	Milho	Trigo	Mucuna/brachiária/crotalária	Milho safrinha

A fitomassa seca dos consórcios de plantas de cobertura deixada sobre o solo por ocasião do manejo foi de $5.184 \pm 514 \text{ kg ha}^{-1}$ para o consórcio entre aveia/ervilhaca/nabo e, de $10.296 \pm 1.030 \text{ kg ha}^{-1}$ para o consórcio entre mucuna/brachiária/crotalária. Ambas determinadas a partir de três amostras coletadas em locais representativos escolhidos aleatoriamente com gabaritos de $0,50 \times 0,50 \text{ m}$, e submetidas a $60 \text{ }^\circ\text{C}$ em estufa de aeração forçada até atingir massa constante.

As adubações das culturas destinadas à produção de grãos foram realizadas com a aplicação de fertilizante mineral e fertilizante orgânico de forma isolada e combinada, obtendo assim, as três fontes de adubação: mineral, orgânica e organomineral, respectivamente. As quantidades e as fontes de fertilizantes utilizados em cada cultivo são apresentadas na Tabela 2. As culturas de cobertura utilizadas não receberam aplicação de fertilizantes.

Tabela 2. Fontes e doses de fertilizantes aplicados em cada um dos cultivos durante a condução do estudo.

Fonte adubação	Cultura/ano				
	Trigo (2006)	Milho (2006/07)	Trigo (2007)	Soja (2007/08)	Milho safrinha (2008)
----- Doses e fontes aplicadas -----					
Mineral ¹	50-20-30 kg ha^{-1}	120-50-30 kg ha^{-1}	50-10-30 kg ha^{-1}	0-60-40 kg ha^{-1}	120-60-60 kg ha^{-1}
Orgânica	25 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ dejetos de suíno	38 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ dejetos de suíno	2,94 Mg ha^{-1} esterco de poedeira	4,5 Mg ha^{-1} composto	5,8 Mg ha^{-1} esterco de poedeira
Organomineral ¹	25 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ dejetos de suíno + 0-5-12 kg ha^{-1}	38 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ dejetos de suíno + 0-2-5 kg ha^{-1}	2,94 Mg ha^{-1} esterco de poedeira + 9-0-19 kg ha^{-1}	4,5 Mg ha^{-1} composto + 0-51-0 kg ha^{-1}	5,8 Mg ha^{-1} esterco de poedeira + 0-32-29 kg ha^{-1}

¹Doses correspondentes a $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ e aplicadas na forma de uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente.

Este estudo, em particular, aborda o efeito dos diferentes sistemas de produção sobre a produção de silagem e de grãos de milho safrinha na safra de outono/inverno de 2008.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos ao acaso com quatro repetições e seis tratamentos dispostos em esquema fatorial 2 x 3, constituído de dois sistemas de culturas (com e sem rotação com plantas de cobertura) e três fontes de adubação (mineral, orgânica e organomineral), totalizando 24 parcelas experimentais. Cada parcela experimental foi constituída por 12,0 m de comprimento por 7,4 m de largura (88,8 m²).

A cultura do milho safrinha foi implantada em 12 de maio de 2008, sobre os resíduos culturais das culturas de verão (soja e plantas de cobertura), conforme apresentado na Tabela 1. A semeadura foi realizada manualmente, empregando-se o híbrido simples AS 1548, de ciclo precoce, porte alto e duplo propósito, e uma densidade populacional de 55.000 plantas ha⁻¹ (4,4 plantas m⁻¹), obtidas após desbaste. Cada parcela experimental foi constituída de 8 linhas de milho de 12 m de comprimento cada, com espaçamento entre linhas de 0,80 m.

A adubação do milho foi composta de 120 kg ha⁻¹ de N, 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O (COODETEC, 2002). A adubação mineral foi realizada manualmente a lançar após a semeadura, na forma de uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio como fontes de N, P e K, respectivamente. A dose de N foi parcelada em três vezes, 1/3 na semeadura, 1/3 quando as plantas apresentavam-se com 4 folhas totalmente expandidas e 1/3 quando as plantas apresentavam-se com 7 folhas totalmente expandidas. A adubação orgânica e organomineral foram realizadas três dias antes da semeadura, aplicando-se 5,8 Mg ha⁻¹ de esterco de poedeira, de modo a fornecer 120 kg ha⁻¹ de N, 28 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 31 kg ha⁻¹ de K₂O, conforme a necessidade do milho e análise do esterco. Na adubação organomineral, esta quantidade apenas supriu a necessidade de N do milho, sendo necessária a complementação com 32 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 29 kg ha⁻¹ de K₂O de superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente (Tabela 2). O esterco de poedeira apresentou as seguintes características: N = 20,7 kg Mg⁻¹; P₂O₅ = 4,85 kg Mg⁻¹; K₂O = 5,4 kg Mg⁻¹; C = 582 kg Mg⁻¹ e umidade de 30%. O manejo e os tratos fitossanitários da cultura foram realizados de acordo com as necessidades e recomendações para a cultura (COODETEC, 2002).

As avaliações foram realizadas em duas épocas. A primeira quando a cultura encontrava-se na fase de grão leitoso, ideal para silagem de planta inteira, com teor de água entre 40 a 60%; e a segunda na fase de maturidade fisiológica, com teor de água nos grãos próximo de 13%.

Na fase de grão leitoso foram coletadas quatro plantas por parcela útil e avaliado as seguintes variáveis: altura de planta (da superfície do solo até a inserção do pendão), folhas por planta, diâmetro de colmo (determinado no centro do primeiro entre nó) e massa de matéria seca de colmo, de espiga, de folhas, de inflorescência e total. Os dados de massa de matéria seca, obtidos na forma de g planta⁻¹, foram transformados em kg ha⁻¹.

A colheita do milho foi realizada, manualmente, no dia 05/09/08, coletando-se todas as espigas contidas na área útil. O desempenho produtivo da cultura foi avaliado perante os seguintes caracteres: altura de inserção da espiga (da superfície do solo a até a inserção da espiga da primeira espiga); comprimento de espiga; diâmetro de espiga (determinado no meio da espiga); diâmetro de sabugo (determinado no meio do sabugo); número de grãos por espiga; índice de espiga (relação entre o número de espigas e o número de plantas da parcela útil); massa de mil grãos (pesagem de oito subamostras de cem grãos por tratamento, com a massa corrigida para 130 g kg⁻¹ de teor de água - base úmida - "b.u.") e produtividade de grãos, obtida através da pesagem dos

grãos oriundos das áreas úteis das parcelas experimentais (g parcela^{-1}), a qual foi convertida para kg ha^{-1} e padronizada para 130 g kg^{-1} (b.u.).

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados não evidenciaram efeitos significativos da interação entre sistema de culturas e fontes de adubação para as variáveis estudadas. Portanto, os resultados são apresentados independentemente para cada sistema de cultura e fonte de adubação.

As avaliações realizadas na fase de silagem de planta inteira (Tabelas 3 e 4) mostram uma superioridade do sistema em rotação com plantas de cobertura comparado ao sistema em sucessão para a maioria das variáveis analisadas, exceto pela igualdade entre os sistemas nas avaliações de massa de matéria seca de espiga e de inflorescência (Tabela 4). Uma vez que a silagem de planta inteira é feita utilizando-se a massa da matéria seca total da parte aérea, o sistema em rotação foi superior ao em sucessão.

Tabela 3. Altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC) e número de folhas por planta (NF) em diferentes sistemas de culturas e fontes de adubação. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon, PR, 2008.

Fonte de Variação	AP	DC	NF
	m	mm	n°
Sistema de cultura			
Sucessão	1,76 b	24,1 b	13,5 b
Rotação	1,87 a	26,3 a	14,2 a
DMS	0,09	1,23	0,4
Fonte de adubação			
Mineral	1,78 a	24,7 a	13,8 a
Orgânica	1,81 a	25,9 a	14,0 a
Organomineral	1,84 a	25,0 a	13,7 a
DMS	0,13	1,8	0,6
CV (%)	5,54	5,62	3,52

Média seguida da mesma letra, na coluna e para cada fonte de variação, não difere entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. DMS: diferença mínima significativa. CV: coeficiente de variação.

Os resultados indicam um maior desenvolvimento vegetativo do milho cultivado no sistema em rotação de culturas, que possivelmente é reflexo da grande quantidade de palhada deixada pelas plantas de cobertura ($10.296 \text{ kg ha}^{-1}$), e conseqüentemente maior retenção da umidade no solo, uma vez que a ocorrência pluviométrica foi baixa durante a condução do experimento, principalmente no início do desenvolvimento do milho (Figura 1). A manutenção de uma boa cobertura vegetal é fundamental para o sucesso do sistema plantio direto (SPD), cuja qual contribui para a estabilização da produção e para a recuperação ou manutenção das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (ALVARENGA et al., 2004).

As fontes de adubação não influenciaram significativamente a maioria das variáveis avaliadas na fase de silagem de planta inteira (Tabela 3 e 4). Exceção feita

para a massa de matéria seca dos colmos, que a adubação orgânica mostrou-se superior estatisticamente à mineral.

Tabela 4. Massa de matéria seca de colmo (MSC), de espiga (MSE), de folhas (MSF), de inflorescência (MSI) e massa de matéria seca total (MST) em diferentes sistemas de culturas e fontes de adubação. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon, PR, 2008.

Fontes de Variação	MSC	MSE	MSF	MSI	MST
----- kg ha ⁻¹ -----					
Sistema de culturas					
Sucessão	4.032 b	4.452 a	2.401 b	266 a	11.151 b
Rotação	4.770 a	4.937 a	2.700 a	276 a	12.683 a
DMS	322	912	264	30	1.212
Fonte de adubação					
Mineral	4.177 b	4.214 a	2.498 a	254 a	11.143 a
Orgânica	4.685 a	5.188 a	2.577 a	280 a	12.730 a
Organomineral	4.339 ab	4.681 a	2.578 a	278 a	11.876 a
DMS	481	1362	394	45	1.810
CV (%)	8,42	22,33	11,90	12,79	11,69

Média seguida da mesma letra, na coluna e para cada fonte de variação, não difere entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. DMS: diferença mínima significativa. CV: coeficiente de variação.

Os resultados das avaliações do milho safrinha na fase de colheita dos grãos são apresentados nas Tabelas 5 e 6. Os sistemas de culturas e fontes de adubação não influenciaram significativamente as variáveis relacionadas à espiga e a produtividade de grãos (Tabela 5 e 6), exceto a maior altura de inserção de espiga do sistema em rotação (Tabela 5).

A produtividade do milho safrinha obtida no experimento, independentemente do sistema de cultura ou fonte de adubação, foi consideravelmente inferior à produtividade média nacional, que no ano de 2008 foi de 3.780 kg ha⁻¹ (IBGE, 2009). Essa baixa produtividade provavelmente se deu em decorrência da baixa precipitação pluviométrica durante o período de condução do experimento (Figura 1). Resultados semelhantes foram evidenciados por Farinelli et al. (2003), que avaliando diferentes híbridos nas safras de verão e safrinha no Estado de São Paulo, tiveram a produtividade do milho safrinha reduzida em função da baixa precipitação.

Os sistemas de culturas não influenciaram significativamente a produtividade de milho safrinha (Tabela 6). Resultados diferentes foram obtidos por Aita et al. (2001), os quais avaliando diferentes plantas de cobertura do solo de inverno verificaram menor produtividade do milho em sucessão a aveia preta, quando comparada as leguminosa ervilhaca comum, ervilha forrageira, chícharo e tremoço azul. Isto, segundo os autores, ocorreu devido a maior imobilização do N pela aveia preta devido sua alta relação C/N do material vegetal deixado na superfície do solo.

A produtividade de milho safrinha semelhante entre as fontes de adubação, demonstra a eficiência da utilização de fontes orgânicas (adubação orgânica e organomineral). Fato este verificado pela produtividade semelhante com a aplicação de esterco de poedeira e fertilizante mineral. Barbosa et al. (2007), avaliando o efeito residual do lodo de esgoto na produtividade do milho safrinha em Londrina, PR,

obtiveram produtividades superiores a 4.000 kg ha⁻¹ com doses de 24 e 36 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, evidenciando assim que o lodo de esgoto pode manter a produtividade do milho safrinha em níveis satisfatórios após uma safra normal sem a contribuição de outro insumo.

Tabela 5. Altura de inserção da espiga (AIE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), diâmetro de sabugo (DS) e número de grãos por espiga (NGE) em diferentes sistemas de culturas e fontes de adubação. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon, PR, 2008.

Fontes de Variação	AIE	CE	DE	DS	NGE
	----- cm -----				n°
Sistema de culturas					
Sucessão	68,3 b	11,4 a	3,97 a	2,78 a	21,4 a
Rotação	77,1 a	11,5 a	3,98 a	2,76 a	22,4 a
DMS	3,8	0,7	0,07	0,07	1,71
Fontes de adubação					
Mineral	72,6 a	11,1 a	3,94 a	2,76 a	21,3 a
Orgânica	74,6 a	11,7 a	3,98 a	2,76 a	22,2 a
Organomineral	71,8 a	11,6 a	3,99 a	2,78 a	22,2 a
DMS	5,66	1,07	0,10	0,16	2,55
CV (%)	5,97	7,21	1,93	2,93	8,95

Média seguida da mesma letra, na coluna e para cada fonte de variação, não difere entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. DMS: diferença mínima significativa. CV: coeficiente de variação.

Tabela 6. Massa de mil grãos (MMG), índice de espiga (IE), proteína bruta (PB) e produtividade (PROD) em diferentes sistemas de culturas e fontes de adubação. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon, PR, 2008.

Fontes de Variação	IE	MMG	PB	PROD
		g	%	kg ha ⁻¹
Sistema de Culturas				
Sucessão	0,88 a	226 a	9,87 a	2.695 a
Rotação	0,88 a	228 a	9,81 a	2.921 a
DMS	0,05	11,7	0,66	461
Fonte de adubação				
Mineral	0,86 a	227 a	9,83 a	2.628 a
Orgânica	0,90 a	227 a	9,84 a	3.018 a
Organomineral	0,87 a	227 a	9,84 a	2.777 a
DMS	0,08	17,5	0,99	689
CV (%)	6,67	5,91	7,74	18,87

Média seguida da mesma letra, na coluna e para cada fonte de variação, não difere entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. DMS: diferença mínima significativa. CV: coeficiente de variação.

Trabalhando em Argissolo Vermelho-Amarelo de Minas Gerais, Gomes et al. (2005) verificaram que a associação de composto orgânico e adubo químico, não influenciaram significativamente o rendimento da cultura de milho. Entretanto, os mesmos autores relataram que a aplicação de $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de composto orgânico refletiu em uma produção semelhante à dose de 500 kg ha^{-1} da formulação 04-14-08.

Avaliando a produtividade do milho cultivado no verão, nesse mesmo experimento, em sucessão ao trigo e plantas de cobertura com diferentes fontes de adubação (mineral, orgânica e organomineral), Castoldi et al. (2011) obtiveram maior produtividade de milho cultivado em sucessão e com a adubação mineral. Porém, no segundo ano de condução do experimento, a produtividade de milho foi semelhante (Tabela 6), demonstrando que os benefícios da rotação de culturas com plantas de cobertura e do uso de adubos orgânicos ocorrem de forma gradual. Muzilli (1981) relatou que a utilização da rotação de culturas dentro de um sistema de produção garante ao mesmo rentabilidade, estabilidade de produção e conservação de patrimônio, além de conservação e aumento da fertilidade do solo.

O resultado desse trabalho, em particular, assemelha-se ao obtido por Costa (2005), que avaliando a resposta do milho em três fases de desenvolvimento (silagem de planta inteira, silagem de grão úmido e colheita de grãos) a diferentes fontes de adubos orgânicos e adubação mineral no decorrer de três anos agrícolas (2002/2003, 2003/2004 e 2004/2005) constatou uma superioridade da adubação mineral no primeiro ano agrícola. Contudo, observou que nos anos posteriores os tratamentos orgânicos (vermicomposto, efluente de biodigestor, composto orgânico e efluente de esterqueira) incrementaram os valores médios de produtividade, aparecendo sempre com valores acima do tratamento testemunha e aproximando-se ou até ultrapassando o tratamento com adubação mineral.

Almeida et al. (2008) avaliando a influência da rotação de plantas de cobertura (crotalária, guandu, milheto, mucuna-preta e pousio), soja ou milho, no verão, e feijão, no inverno, com preparo convencional e semeadura direta, obtiveram no terceiro ano de experimento maior produtividade do milho cultivado com plantas de cobertura, em comparação àquele cultivado sobre pousio.

CONCLUSÕES

O cultivo de milho safrinha em rotação com plantas de cobertura proporcionou maior produção de silagem de planta inteira, porém não afetou a produção de grãos.

As fontes de adubação não influenciaram o desenvolvimento do milho safrinha, tanto para produção de silagem como de grãos.

A adoção de plantas de cobertura e de adubos orgânicos pode promover maior sustentabilidade dos sistemas de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, V. P.; ALVES, M. C.; SILVA, E. C.; OLIVEIRA, S. A. Rotação de culturas e propriedades físicas e químicas em Latossolo Vermelho de cerrado sob preparo convencional e semeadura direta em adoção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1227-1237, 2008.

ALVERENGA, R. C.; CRUZ, J. C.; NOVOTNY, E. H. **Sistemas de Produção de Milho**. Manejo de Solos: Plantas de cobertura de solo. Embrapa Milho e Sorgo: Sete Lagoas. 2004.

AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; GONÇALVES, C. N.; DA ROS C. O. C. Plantas de cobertura de solo como fontes de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.157-1165, 2001.

BARBOSA, G. M. C.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O. R.; FONECA, I. C. B. Efeito residual do lodo de esgoto na produtividade do milho safrinha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.601-605, 2007.

BRUNINI, O. Probabilidade de cultivo do milho safrinha no Estado de São Paulo. Resumos Seminário sobre a cultura do milho safrinha. IAC/Centro de desenvolvimento Agropecuário do Médio Vale do Paranapanema: Campinas, 1997.

CASTOLDI, C.; COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; PIVETTA, L. A.; STEINER, F. Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho. **Acta Scientiarum. Agronomy** v. 33, n. 1, p. 139-146, 2011.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos, sexto levantamento, março/2010. Brasília: CONAB, 2010. 42p.

COODETEC. Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola. 2002. Novas tecnologias para milho. Coodetec/Bayer: Cascavel, Brasil.

COSTA, L. A. M. C. **Adubação orgânica na cultura do milho**: Parâmetros fitométricos e químicos. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas. Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho". Botucatu, 2005.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Embrapa - SPI/EMBRAPA: Brasília, 2006, 306p.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; BORDIN, L.; COICEV, L.; FORNASIERI FILHO, D. Desempenho agrônômico de cultivares de milho nos períodos de safra e safrinha. **Bragantia**, v.62, p.235-241, 2003.

GOMES, J. A.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. L.; VIDIGAL FILHO, O. S.; SAGRILO, E.; MORA, F. Adubações orgânica e mineral, produtividade do milho e

características físicas e químicas de um Argissolo Vermelho Vermelho-Amarelo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.27, p.521-529, 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso: 6 de abr. 2009.

KONZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C. Manejo e utilização d dejetos animais: aspectos agrônômicos e ambientais (Circular Técnica 63). **Embrapa Milho e Sorgo**: Sete lagoas, 2005.

MUZILLI, O. Princípios e perspectivas de expansão. In: O Plantio Direto no Estado do Paraná. **IAPAR**: Londrina, 1981.

OSTERROHT, M. V. 2002. O que é uma adubação verde: princípios e ações. **Revista Agroecologia Hoje**, v.17, p.9-11.