

Adubação do milho em um sistema de produção de base agroecológica: desempenho da cultura e fertilidade do solo

Fertilization of corn in agroecologic system production: agronomic performance of corn and fertility of soil

HANISCH, Ana Lúcia¹; FONSECA, José Alfredo²; VOGT, Gilcimar Adriano³

1 Eng^a agrônoma, M.Sc., Pesquisadora da Epagri – Estação Experimental de Canoinhas/SC, Canoinhas/SC - Brasil, analucia@epagri.sc.gov.br; 2 Eng^o agrônomo, M.Sc., Pesquisador da Epagri – Estação Experimental de Canoinhas/SC, Canoinhas/SC - Brasil, fonseca@epagri.sc.gov.br; 3 Eng^o agrônomo, M.Sc., Pesquisador da Epagri – Estação Experimental de Canoinhas/SC, Canoinhas/SC - Brasil, gilcimar@epagri.sc.gov.br

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho da cultura do milho e características químicas do solo ao longo de quatro anos, em função do uso de sistema de base agroecológica de produção. Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições e cinco tratamentos: 1) aplicação em área total de cama de aviário (5 t ha⁻¹ano⁻¹); 2) aplicação, em cobertura, do biofertilizante “uréia natural”; 3) aplicação, em cobertura, de urina de vaca a 10% de diluição; 4) plantio simultâneo de milho + leguminosa; 5) testemunha com manejo agroecológico. Foram avaliados a massa seca da adubação verde de inverno, o rendimento do milho e as características químicas do solo. Houve interação entre tratamentos e anos para produtividade de milho, sendo que o uso de cama de aviário proporcionou as maiores produtividades em todas as safras. Os tratamentos com uréia natural, urina de vaca e a consorciação não diferiram da testemunha com manejo agroecológico. Após quatro anos de cultivo com milho, ocorreram reduções nos valores de P, K e matéria orgânica do solo.

PALAVRAS-CHAVE: biofertilizante, consorciação, urina de vaca, cama de aviário, milho variedade

ABSTRACT: The objective this work was evaluate the agronomic performance of corn crop and the chemical properties of soil in the agroecologic system, for four years. Treatments were arranged in a randomized complete block design with four replicates and five treatments: chicken manure (5 t/ha/year); biofertilizer “natural urea”; cow urine 10%; intercropping legume species with corn and control. There was significant interaction between treatments and years in corn yield. The highest yield was obtained with chicken manure use, in the four years. The treatments with “natural urea”, cow urine and intercropping legume species not differed from the control. After four years occurred reductions in values of P, K and organic matter of the soil.

KEY WORDS: biofertilizer, intercropping legume species, cow urine, chicken manure, variety corn, *Zea mays*

Introdução

Nas últimas décadas o solo tem perdido sua capacidade natural de suporte para a produção agrícola, sobretudo pela perda da matéria orgânica, bem como pela perda das condições físicas naturais, devido ao mau uso e manejo dos mesmos. Dessa forma, para manter produtividades adequadas, os produtores rurais precisam fazer uso intenso de insumos externos às propriedades, o que leva a um ciclo vicioso de compra de insumos para a produção, deixando de lado os recursos disponíveis na propriedade.

Um contraponto a esse cenário tem sido o sistema de produção de base agroecológica, que tem levado diversos produtores rurais a fazer uso de técnicas que proporcionem a manutenção ou a melhoria do potencial produtivo dos sistemas agrícolas. Diversas estratégias tem sido incorporadas ao processo produtivo dos sistemas de base agroecológica, destacando-se, entre elas, a adubação verde (AMABILE & CARVALHO, 2006), o uso de caldas e biofertilizantes (BURG & MAYER, 2002; CÉSAR et al., 2007) e adubação orgânica (BRITO et al., 2005; SCHERER & NESI, 2008).

De um modo geral, a base dos sistemas produtivos, sobretudo dos sistemas agroecológicos, em solos de clima tropical, é a manutenção da matéria orgânica do solo e a diversificação da vida do solo (PRIMAVESI, 2003). A evolução dos sistemas conservacionistas de manejo do solo, nos conceitos e no tempo, sobretudo o plantio direto, consolidou e reavivou conceitos agronômicos e ecológicos, que reafirmam a idéia de que o solo vivo, rico em matéria orgânica, é capaz de produzir mais do que os indicadores convencionais admitem, quando analisados pontualmente (NICOLODI et al., 2008).

Essa constatação remete ao conceito de qualidade do solo, que para Vezzani & Mielniczuk (2009) é a capacidade que o mesmo tem de exercer suas funções na natureza, ou seja: funcionar como meio para o crescimento das

plantas; regular e compartimentalizar o fluxo de água no ambiente; estocar e promover a ciclagem de elementos da biosfera e servir como tampão ambiental na formação, atenuação e degradação de compostos prejudiciais ao ambiente; ou seja, qualidade está diretamente relacionado à inter-relação entre os componentes físicos, biológicos e químicos do solo. Para Loss et al. (2010) a manutenção da qualidade do solo é um dos fatores-chave para se atingir a sustentabilidade de um sistema de produção, destacando-se o manejo empregado como o componente principal.

É possível que o manejo agroecológico proporcione a maximização das interações que ocorrem no solo, resultando dessa forma, em sistemas de produção que incorporem um caráter mais duradouro à fertilidade, com diminuição de custo e de riscos aos agricultores. No entanto, estudos disponíveis com experimentos de média e longa duração em sistemas de manejo agroecológico ainda são raros no Brasil. A questão é saber se nestes sistemas é possível se alcançar produções economicamente adequadas. Ou seja, sistemas agroecológicos produzem quanto e por quanto tempo?

A hipótese estabelecida para esse trabalho é de que manejo com base agroecológica é capaz de manter a capacidade de sustentação da produção por períodos de médio prazo. Seu objetivo foi avaliar o desempenho da cultura do milho e as características químicas do solo ao longo de quatro anos, em função do uso de sistema de produção de base agroecológica.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Epagri de Canoinhas, no município de Papanduva, região do Planalto Norte Catarinense, localizada a 26°22'S e 50°16'W, altitude de 800 m e clima Cfb, durante quatro safras agrícolas, de 2006 a 2010. As condições

climáticas durante o período estão apresentadas na Figura 1. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2006) que apresentava em 2006, na ocasião da implantação do experimento, as seguintes características: 31% de argila; $\text{pH}_{\text{água}} = 5,9$; $\text{pH}_{\text{SMP}} = 5,9$; $\text{P} = 5,9 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K} = 0,68 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; matéria orgânica (M.O.)= $5,7 \text{ dag kg}^{-1}$; $\text{Al} = 0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} = \text{mol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $\text{Mg} = 5,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

A área experimental foi utilizada como campo nativo até 2003, quando foi iniciado o manejo da fertilidade do solo com a incorporação de 6 Mg ha

¹ de calcário dolomítico visando elevar o $\text{pH}_{\text{água}}$ a 6,0 (CFS RS/SC, 1995) e 800 kg ha⁻¹ de fosfato natural de Gafsa, a fim de fornecer um suprimento inicial de nutrientes capaz de gerar biomassa em elevada quantidade. A partir de então, não foi mais aplicado calcário ou fosfato e o manejo adotado foi o de cobertura verde no inverno com aveia, aveia+ervilhaca, aveia e cultivo no verão com soja, milho e consórcio de adubação verde de verão, respectivamente, para as safras 2003/04, 2004/05 e 2005/06. O sistema de cultivo adotado na área foi o plantio direto com o uso de rolo-faca para o

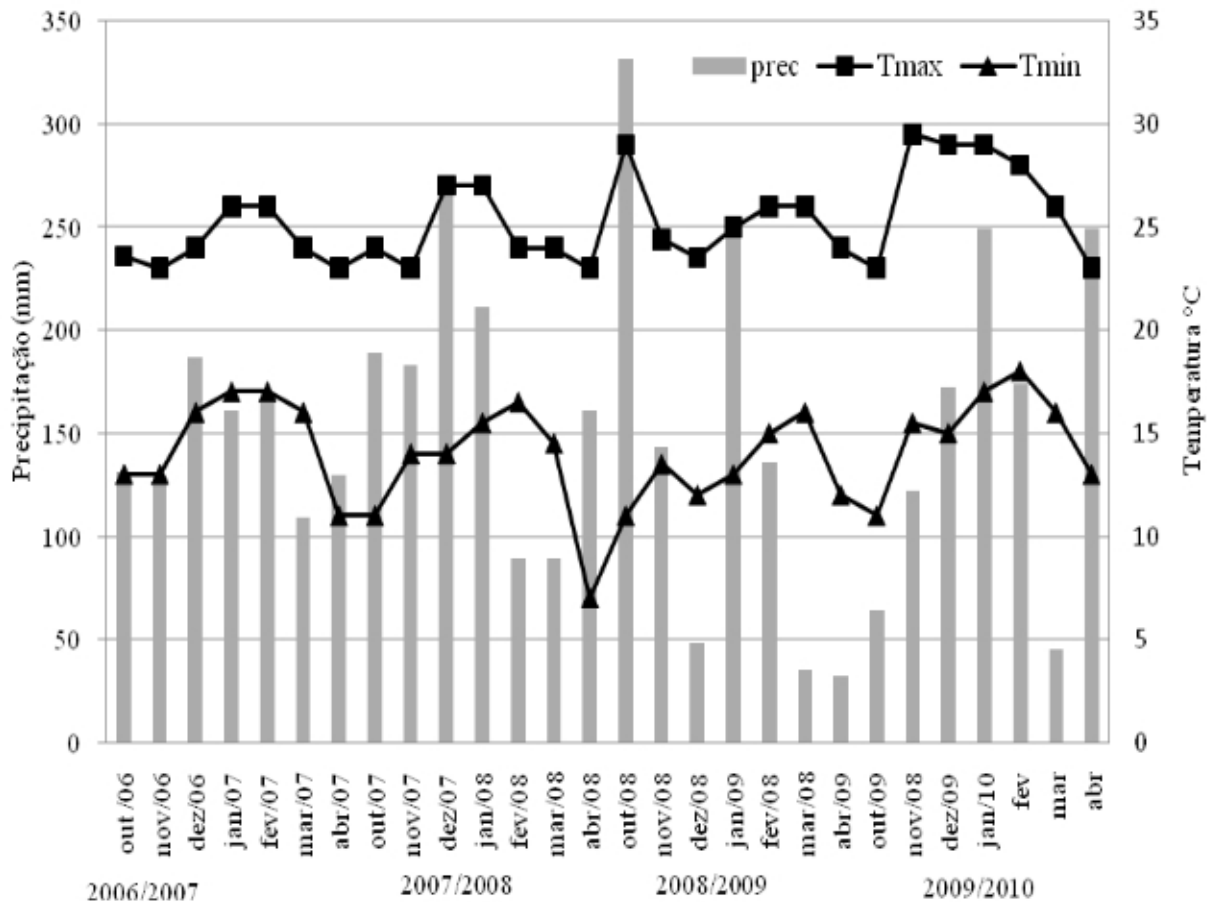


Figura 1: Precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas do ar mensais ocorridas em quatro safras de milho, na Estação Experimental de Canoinhas, SC.

Adubação do milho

manejo da cobertura de inverno, sem uso de fertilizantes e agrotóxicos.

O experimento foi instalado na safra 2006/07 e repetido novamente nas três safras seguintes. Dados sobre o manejo da área e da cultura estão descritos na Tabela 1. Apenas na primeira safra foi utilizado o inseticida Decis® para controle da lagarta do cartucho (*Spodopera frugiperda*) no início do ciclo da cultura. Como nesta safra o milho foi semeado após cobertura de aveia preta, foram aplicados 800 L ha⁻¹ do biofertilizante “uréia natural” (Burg & Mayer, 2002), 20 dias após a semeadura, como estratégia para aumentar a disponibilidade de nitrogênio nos estádios iniciais da cultura do milho.

Os tratamentos foram definidos em função de fontes de nutrientes utilizadas por produtores orgânicos e agroecológicos no Sul do Brasil. Foram avaliados cinco tratamentos: 1) aplicação a lanço, sem incorporação, de 5 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de cama de aviário com a seguinte composição: matéria seca (MS) = 85,5%; pH = 8,3; N = 30,4 g kg⁻¹; P = 14,8 g kg⁻¹; K = 23,1 g kg⁻¹; Ca = 39,5 g kg⁻¹; 2) aplicação de 800 L ha⁻¹ ano⁻¹ de uréia natural: biofertilizante líquido constituído pela mistura de esterco bovino, leite, melão e cinzas, cuja composição apresentou M.S. = 2,5%; pH = 5,0; N = 0,67 kg m⁻³; P = 0,24 kg m⁻³; K = 0,61 kg m⁻³; Ca = 0,61 kg m⁻³; Mg = 0,33 kg m⁻³; 3) aplicação de

800 L ha⁻¹ ano⁻¹ de um biofertilizante líquido constituído da mistura de água e urina de vaca diluída a 10%; 4) plantio simultâneo de milho consorciado com leguminosa na entrelinha; 5) testemunha sem aplicação de adubo. Nos tratamentos com uréia natural e urina a 10% os produtos foram aplicados em duas frações iguais de 400 L ha⁻¹ ano⁻¹, em cobertura, com o uso de pulverizador costal, aos 30 e 60 dias após a semeadura do milho. No tratamento do milho consorciado com leguminosas nas entre linhas, foi semeado mucuna-cinza (*Stizolobium pruriens*) na safra 2006/2007, mucuna-anã (*S. deeringianum*) na safra 2008/2009 e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) nas safras 2007/08 e 2009/2010.

Foi utilizado delineamento de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas no tempo, alocando-se nas parcelas os tratamentos e nas subparcelas os anos de avaliação, com quatro repetições. A área de cada parcela foi de 22,5 m² (4,5 x 5 m) e área útil de 13,5 m², formada pelas três linhas centrais do milho. A população de plantas estabelecida foi de 55 mil plantas ha⁻¹ e o controle de invasoras foi realizado com duas capinas manuais por safra.

Na ocasião da colheita foi avaliado, na área útil de cada parcela, as seguintes variáveis: número médio de espigas por parcela; massa média do grão (determinada através da pesagem de 200 grãos por parcela), plantas quebradas por parcela

Tabela 1: Informações da área experimental nas quatro safras avaliadas.

Safra	Cobertura de inverno	Milho		
		Semeadura	Variedade	Colheita
2006/07	Aveia preta (AvP)	10/11/06	SCS 154 - Fortuna	15/04/07
2007/08	35% AvP + 50% ervilhaca + 15% nabo forrageiro	20/10/07	SCS 154 - Fortuna	15/04/08
2008/09	20% AvP + 80% ervilhaca	11/11/08	SCS 155 - Catarina	29/04/09
2009/10	20% AvP + 80% ervilhaca	20/10/09	SCS 155 - Catarina	08/04/10

e produtividade de grãos - determinada pela colheita das espigas da área útil, as quais foram trilhadas, pesadas e os dados corrigidos para 13% de umidade e os dados extrapolados para kg ha^{-1} .

A massa seca da cobertura de inverno foi determinada em 2008 e 2010, através de cortes realizados rente ao solo, em amostras de 1 m^2 dentro da área útil da parcela, um dia antes da rolagem. Após o corte, o material vegetal foi pesado para determinação da massa fresca. Retirou-se uma subamostra para determinação do teor de MS e o restante do material foi devolvido ao solo. As subamostras foram secas em estufas com circulação forçada de ar, com temperatura de 65°C até peso constante.

Foram realizadas coletas de amostras de solo por parcela, em junho de 2008 e em abril de 2010, na camada superficial de 0-10 cm de profundidade, em cinco pontos de cada parcela, formando uma amostra composta. As amostras foram preparadas e analisadas quimicamente com a finalidade de avaliar as variações das propriedades químicas. Em cada amostra composta foram avaliadas as seguintes variáveis: pH em água, índice SMP, cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) trocáveis, fósforo (P) disponível e matéria orgânica (MO), conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

O Ca e o Mg foram extraídos em KCl 1M, e determinados por espectrofotometria de absorção atômica. O K e o P foram extraídos com a solução extratora Mehlich-1, sendo que, na determinação do K foi utilizada a fotometria de chama, enquanto que, para o P foi utilizada a colorimetria.

A acidez potencial (H + Al) foi quantificada utilizando-se a solução tampão SMP. Para avaliação da matéria orgânica, empregou-se o método da oxidação úmida, e determinação por colorimetria. A partir dos resultados analíticos primários, foram calculadas a capacidade de troca catiônica (CTC pH 7,0) e a saturação por bases

(V).

Os dados foram submetidos à análise de variância com o auxílio do programa estatístico Sisvar. Quando constatados efeitos significativos pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Nas análises foi adotado o nível de 5% de probabilidade do erro.

Resultados e discussão

Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre anos e tratamentos apenas para produtividade (Tabela 2). Nos dois primeiros anos, à exceção do tratamento de consorciação de milho com leguminosas na primeira safra, não ocorreram diferenças entre os tratamentos. As produtividades observadas de 8.617 e 8.577 kg ha^{-1} no tratamento testemunha agroecológica, respectivamente, na 1ª e 2ª safra, indicam a possibilidade do manejo agroecológico de solo ter contribuído para a manutenção da qualidade do solo, o que permitiu produtividades acima de 140 sc ha^{-1} sem a utilização de fontes de nutrientes.

Nas duas últimas safras (2008/09 e 2009/10), a produtividade reduziu em todos os tratamentos, à exceção do tratamento com cama de aviário. A maior redução observada na safra 2008/09 está, possivelmente, relacionado, à má distribuição das chuvas, como a menor precipitação ocorrida nos meses de dezembro de 2008 e fevereiro e março de 2009 (Figura 1). Apesar da redução da produtividade nos tratamentos sem cama de aviário ao longo dos anos, a produtividade média dos quatro anos, para os demais tratamentos, foi superior à média estadual (EPAGRI/CEPA, 2009) e aos valores obtidos por Vieira et al. (2006) na avaliação da variedade SCS 154 Fortuna em sistema convencional.

No tratamento com cama de aviário, a produtividade média de 9.328 kg ha^{-1} para os quatro anos de avaliação, foi superior ao valor de 8.500 kg ha^{-1} obtidos por Scherer et al. (1986)

Adubação do milho

Tabela 2: Produtividade, peso de 200 grãos, número de espigas e número de plantas de milho quebradas por parcela, em cinco tratamentos com uso de insumos de base agroecológica, durante quatro safras agrícolas. Canoinhas, SC.

Tratamento	Safras agrícolas				Media
	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	
-----Produtividade (kg ha ⁻¹)-----					
Cama aviário	9.493 A ab	10.319 A a	8.204 A b	9.297 A ab	9.328
Uréia natural	8.246 A ab	9.053 A a	5.424 B c	6.844 B bc	7.391
Urina bovina	8.866 A a	9.335 A a	5.693 B b	6.296 B b	7.548
Consortiação	5.938 B b	8.670 A a	5.427 B b	6.259 B b	6.573
Test. Agroec.	8.617 A a	8.577 A a	6.116 B b	6.618 B b	7.482
Media	8.232	9.190	6.173	7.063	
-----Peso de 200 grãos (g)-----					
Cama aviário	77	78	84	82	81 A
Uréia natural	75	72	72	69	72 B
Urina bovina	77	73	76	72	75 B
Consortiação	75	70	77	70	73 B
Test. Agroec.	77	74	78	72	75 AB
Media	76 ab	73 ab	77,4 a	73 b	
-----Número de espigas parcela ⁻¹ -----					
Cama aviário	81	87	85	69	81 A
Uréia natural	73	84	81	74	78 AB
Urina bovina	79	86	77	64	76 AB
Consortiação	69	80	80	63	73 B
Test. Agroec.	74	80	83	66	76 AB
Media	75 b	83 a	81 ab	67 c	
-----Plantas quebradas parcela ⁻¹ -----					
Cama aviário	-	3,2	0,5	2,5	2,0 AB
Uréia natural	-	6,2	1,5	2,0	3,2 B
Urina bovina	-	5,0	0,5	0,5	2,0 AB
Consortiação	-	2,2	0,5	2,7	1,8 AB
Test. Agroec.	-	3,0	0,2	0,2	1,2 A
Media	-	4,0 b	0,6 a	1,6 a	
	Produtividade	200 grãos	Plantas	Espigas	Queb
CV 1 (%)	13,40	7,06	6,60	7,95	63,24
CV 2 (%)	9,41	6,95	6,92	11,00	81,29

Medias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade. C.V. = coeficiente de variação; C.V. 1 = erro da parcela; C.V. 2 = erro geral.

quando utilizaram doses de 6 e 12 Mg ha⁻¹ de cama de aviário. Para esses autores a cama de aviário pode suprir grande parte dos nutrientes requeridos pelas culturas e além do efeito imediato, apresenta efeito residual superior ao dos adubos solúveis. Neste trabalho, este efeito residual pode ser verificado na produção da massa seca das plantas de cobertura de inverno, cuja produção no tratamento com cama de aviário foi superior aos demais tratamentos, nos dois anos avaliados (Tabela 3).

Não foi observado efeito significativo da aplicação de biofertilizantes ou caldas (uréia natural e urina de vaca a 10%) na produtividade do milho (Tabela 2). Os experimentos com caldas agroecológicas ainda são raros, embora seu uso entre produtores agroecológicos seja relativamente comum. César et al. (2007) verificaram efeito significativo da urina de vaca no crescimento de mudas de pepino, com resposta máxima na concentração de 20% de urina na solução. Segundo esses autores a urina de vaca, quando aplicada às plantas cultivadas, tem mostrado vantajosos atributos não somente como fator nutricional, mas também por apresentar, em

diversas situações, comportamento como defensivo natural contra alguns agentes patológicos das culturas agrícolas. O fato de não ter sido observado efeito das caldas agroecológicas neste experimento pode estar relacionado ao manejo de solo adotado, em especial ao efeito residual do uso da ervilhaca para a cultura do milho. Bortoloni et al. (2000) verificaram que a produtividade de grãos de milho cultivado em sucessão à ervilhaca em cultivo isolado, não apresentou resposta à adubação nitrogenada, evidenciando o efeito dessa leguminosa na disponibilidade de nutrientes para a cultura do milho.

Da mesma forma, não houve efeito positivo das leguminosas consorciadas simultaneamente com milho sobre a produtividade do mesmo. Na primeira safra, ocorreu interferência negativa na produtividade do milho com o uso da consorciação com mucuna-cinza (Tabela 2), devido ao excessivo sombreamento do milho causado pela leguminosa, uma vez que a mesma é uma planta trepadeira e bastante agressiva. Esse fato reforça a necessidade da seleção da espécie a ser consorciada, de forma que se concilie potencial de

Tabela 3: Produção de massa seca (kg ha⁻¹) de plantas de coberturas do solo no inverno (aveia preta + ervilhaca) em cinco tratamentos com uso de insumos de base agroecológica. Canoinhas, SC.

Tratamento	2008	2010	Media
Cama aviário	8.608 A a	5.994 B a	7.300
Uréia natural	5.592 A b	3.767 B b	4.680
Urina bovina	5.883 A b	4.835 B ab	5.360
Conсорciação	5.900 A b	4.297 B b	5.098
Test. Agroec.	5.384 A b	4.829 A ab	5.107
Media	6.273	4.744	
C.V. 1 (%)	19,70		
C.V. 2 (%)	10,65		

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade. C.V. = coeficiente de variação; C.V. 1 = erro da parcela; C.V. 2 = erro geral.

produção de fitomassa, efeito na reciclagem de nutrientes e ajuste ao sistema agrícola adotado. O uso de feijão-de-porco ou mucuna-anã nas safras seguintes, não prejudicou a produtividade de milho em relação à testemunha agroecológica. Esses resultados concordam com Oliveira et al. (2002), que verificaram que o milho produzido em cultivo exclusivo apresentou produção de matéria seca e matéria verde semelhante à produzida quando consorciado com leguminosas. Perin et al. (2007) avaliando milho consorciado com feijão-de-porco, em sistema orgânico, verificaram que quando ambas as culturas foram semeadas na mesma linha, simultaneamente, a leguminosa não afetou a produção de milho verde e milho grão.

As produtividades observadas com o uso de cama de aviário, possivelmente se devem ao aporte ao sistema de aproximadamente 150 kg ha^{-1} de N anualmente, além de outros nutrientes, como o P ($70 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$). Por outro lado, os resultados observados para o tratamento testemunha, em que não ocorreu adição de nenhum tipo de nutrientes, indica tendência positiva do manejo de base agroecológica na qualidade do solo. Esse manejo priorizou o adequado fornecimento inicial dos nutrientes escassos no solo - que neste trabalho ocorreu em 2003 - a manutenção da cobertura de solo e o aporte de biomassa no sistema. Estes resultados indicam que a reversão do processo produtivo passa necessariamente pela mudança nos padrões da exploração dos solos agrícolas. Para Muzzili et al. (1989) a incorporação dos resíduos, o uso da adubação orgânica e adubação verde são práticas imprescindíveis, não só para a recuperação das características químicas, físicas e biológicas dos solos, mas também como forma de racionalização do uso de fertilizantes minerais.

Não houve interação entre anos e tratamentos para os demais componentes de rendimento. O peso de grãos e a número de espigas por parcela

foi maior, na média dos 4 anos, com o uso de cama de aviário, embora os dados não tenham diferido significativamente da testemunha. Ao longo dos anos, foi verificada redução desses indicadores para todos os tratamentos. O número de plantas quebradas/tratamento diferiu entre os tratamentos, sendo que o tratamento que menos apresentou essa característica foi no tratamento testemunha.

Este trabalho procurou manter a proporção da cobertura verde de inverno em 20% de aveia preta e 80% de ervilhaca, valores próximos ao recomendado por Heinrichs et al. (2001). Os dados de massa seca das plantas de cobertura de solo no inverno estão disponíveis na Tabela 3 e são valores próximos aos observados por Carvalho et al. (2007), à exceção do tratamento com cama de aviário no ano de 2008, cuja produção de MS foi superior a 8.600 kg ha^{-1} . Houve interação entre anos e tratamentos, sendo que o uso de cama de aviário promoveu incremento significativo na MS das plantas de cobertura de inverno, nos dois anos de avaliação. Exceto no tratamento testemunha, houve redução significativa da produção de MS da adubação verde de inverno no ano de 2010, após a quarta safra do experimento.

Na Tabela 4 estão descritos os resultados de análise química do solo na camada de 0-10 cm nos anos de 2008 e 2010. Nas amostras coletadas em 2010, os teores de P, K, Ca+Mg e matéria orgânica, foram menores que nas coletadas em 2008, enquanto que a saturação por bases e o pH não diferiram entre os anos.

O teor de matéria orgânica foi maior no tratamento com cama de aviário em relação ao tratamento testemunha, possivelmente devido ao aporte anual de matéria orgânica via uso do esterco. No segundo ano ocorreu acentuada redução nos valores de matéria orgânica para todos os tratamentos. Essa redução pode estar relacionada à falta de rotação de culturas, devido

ao cultivo contínuo de milho. Santos et al. (2008) verificaram que o valor de matéria orgânica do solo em um sistema de rotação de cultura mais diversificado em PD (trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja) foi maior que em sistemas com rotação mais simplificados, sendo, inclusive,

superior ao valor de matéria orgânica registrado 13 anos antes do início do PD, indicando o efeito da rotação no incremento desse componente no solo.

Os teores de fósforo diferiram entre tratamentos e entre os anos, com significativa redução no ano de 2010, chegando a teores considerados baixos

Tabela 4: Valores de pH, P, K, Ca+Mg, matéria orgânica e saturação de bases de solos submetidos quatro estratégias de manejo agroecológico. Canoinhas, SC.

Anos	Tratamentos					Media
	CAV	URN	UV10	LEG	TAE	
pH água						
2008	5,9	5,8	5,9	5,5	5,9	5,8 A
2010	5,9	5,9	5,8	5,7	5,6	5,8 A
Media	5,9 a	5,85 a	5,85 a	5,6 a	5,75 a	
Fósforo (mg dm ⁻³)						
2008	15,8	9,8	9,7	4,7	6,9	9,3 A
2010	5,4	4,1	4,1	4,5	4,0	4,4 B
Media	10,6 a	6,9 ab	6,9 ab	4,6 b	5,4 b	
Potássio (mg dm ⁻³)						
2008	170	99	81,5	94	93	107,5 A
2010	118	61	59	74	81,5	78,7 B
Media	144 a	80 a	70 a	84 a	87 a	
Calcio + Magnésio (cmol _c dm ⁻³)						
2008	13,1	12,9	12,7	10,2	11,0	12,0 A
2010	12,3	11,8	10,5	10,5	9,5	10,9 B
Media	12,7 a	12,3 a	11,6 a	10,3 a	10,3 a	
Matéria orgânica - % (m v ⁻¹)						
2008	5,8	5,7	5,6	5,6	5,2	5,6 A
2010	4,1	4,2	4,0	4,2	4,1	4,1 B
Media	5,0 a	4,9 ab	4,8 ab	4,9 ab	4,7 b	
Saturação de bases - V%						
2008	77,6	76,5	72,0	70,0	66,8	72,6 A
2010	74,5	73,6	75,7	62,2	67,8	70,7 A
Media	76,0 a	75,0 a	73,8 a	66,1 a	67,3 a	
	pH água	P	K	Ca + Mg	M.O.	V%
CV 1 (%)	6,57	38,75	53,63	16,01	3,94	13,30
CV 2 (%)	2,93	49,24	31,29	8,77	4,77	6,53

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade. C.V. = coeficiente de variação; C.V. 1 = erro da parcela; C.V. 2 = erro geral.

para a cultura do milho (CQFS-RS/SC, 2004) em todos os tratamentos. Os tratamentos com menor teor de P foram o com o uso de leguminosas e a testemunha, em relação ao tratamento com uso de cama de aviário, indicando que este tratamento foi mais efetivo no fornecimento deste nutriente. No entanto, mesmo com teores baixos de P no solo no ano de 2010, não foi verificado sintomas de deficiência desse elemento nas plantas. Isto pode ter ocorrido em função de que, sistemas produtivos com menor perturbação do solo, como o plantio direto, conseguem manter maiores teores de P na biomassa microbiana e maior população de microorganismos solubilizadores de fósforo (CARNEIRO et al., 2004).

Não foi observada diferença entre os tratamentos para o teor de K, apesar dos teores médios terem variado de 144 a 70 mg dm⁻³. Este fato pode estar relacionado aos altos coeficientes de variação, que tendem a dificultar a visualização de diferenças significativas. Os teores de Ca e Mg e conseqüentemente, de V%, também não foram modificados pelos tratamentos, possivelmente pelas baixas quantidades adicionadas destes nutrientes com os tratamentos.

Em um cenário atual de mudanças climáticas e produtos agrícolas transformados em commodities, o risco assumido por produtores rurais é proporcional ao custo de produção, o que leva à necessidade de geração de tecnologias com produtividades adequadas, mas com menor custo. Neste trabalho, com o uso de sementes variedades, associado ao manejo de base agroecológica foram obtidas produtividades de milho (média de quatro anos) superiores a 6.500 kg ha⁻¹, embora com significativa redução da disponibilidade de nutrientes no solo. Esses resultados fornecem indicadores de que o sistema de base agroecológica para a cultura do milho se sustenta por médio prazo (4 anos) e de que são necessários o aprofundamento destes estudos

visando a definição de técnicas que permitam a manutenção de produtividades mais altas como as observados nos dois primeiros anos do trabalho.

Conclusões

O sistema de produção de base agroecológica, com correção inicial de nutrientes, manutenção da cobertura do solo e aporte de biomassa - representando pelo tratamento testemunha - é capaz de suportar produtividade de milho em torno de 6.500 kg ha⁻¹, na média de 4 anos.

O manejo de base agroecológica associado ao uso de 5 Mg ha⁻¹ de cama de aviário mantém produtividade de milho acima de 9.000 kg ha⁻¹ a médio prazo.

O uso do biofertilizante uréia natural, de urina de vaca a 10% e a consorciação com leguminosas não influenciam na produtividade do milho, em sistema de produção de base agroecológica.

Referências Bibliográficas

- AMABILE, R.F.; CARVALHO, A. M. Histórico da adubação verde. In: AMABILE, R.F.; CARVALHO, A. M. (Ed.) **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 360 p.: il. col.
- BORTOLINI, C.G.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. Sistemas consorciados de aveia preta e ervilhaca comum como cobertura de solo e seus efeitos na cultura do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Solo**, v.24, p.897-903, 2000.
- BRITO, O. R.; VENDRAME, P. R. S.; BRITO, R. M. Alterações das propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Distroférico submetido a tratamentos com resíduos orgânicos. **Semina: Ciências Agrárias**, v.26, n.1, p.33-40, 2005.
- BURG I.C.; MAYER P.H. **Alternativas ecológicas para prevenção e controle de pragas e doenças (caldas, biofertilizantes, fitoterapia animal, formicidas, defensivos naturais e sal mineral)**. ed. Grafit: Francisco Beltrão. 16ª ed. 2002. 153p
- CARNEIRO, R.G.; MENDES, I.C.; LOVATO, P.E.; CARVALHO, A.M.; VIVALDI, L.J. Indicadores biológicos associados ao ciclo do fósforo em

- solos de Cerrado sob plantio direto e plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.7, p. 661-669, 2004.
- CARVALHO, I.Q.; SILVA, M.J.S.; PISSAIA, A.; PAULETTI, V.; POSSAMAI, J.C. Espécies de cobertura de inverno e nitrogênio na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Scientia Agraria**, v.8, n.2, p.179-184, 2007.
- CESAR, M. N. Z.; PAULA, P. D.; POLIDORO, J. C.; RIBEIRO, R.L.D.; PADOVAN, M.P. Efeito estimulante da urina de vaca sobre o crescimento de mudas de pepino, cultivadas sobre manejo orgânico. **Ensaio e Ciência**, v.11, n.1, p. 67-71, 2007.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – CFS RS/SC. **Recomendações de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3.ed. Passo Fundo, 1995. 224p.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/ SC - CQFS-RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para o Estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre, SBSC/Núcleo Regional Sul, UFRGS, 2004. 400p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 2006. 306 p.
- EPAGRI/CEPA. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina**. 2008-2009. Florianópolis: Epagri/Cepa. 2009. 312p.
- HEINRICHS, R.; AITA, C.; AMADO, T.J.C.; FANCELLI, A.L. Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p. 331-340, 2001.
- LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L.H.C.; SILVA, E.M.R. Quantificação do carbono das substâncias húmicas em diferentes sistemas de uso do solo e épocas de avaliação. **Bragantia**, v.69, n.4, p.913-922, 2010.
- MUZZILI, O.; OLIVEIRA, E. L. de; CALEGARI, A. **Adubação do Milho**. Campinas, Fundação Cargill, 1989, 29p.
- NICOLODI, M.; GIANELLO, C.; ANGHINONI, I.; MARRÉ, J.; MIELNICZUK, J. Insuficiência do conceito mineralista para expressar a fertilidade do solo percebida pelas plantas cultivadas no Sistema Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2735-2744, 2008.
- OLIVEIRA, T. K. de; CARVALHO, G. J. de; MORAES, R. N. de S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, 2002.
- PERIN, A.; BERNARDO, J. T.; SANTOS, R.H.S.; FREITAS, G. B. Desempenho agrônomo de milho consorciado com feijão-de-porco em duas épocas de cultivo no sistema orgânico de produção. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n.3, p. 903-908, 2007.
- PRIMAVESI, A.M. Revisão do conceito de agricultura orgânica: conservação do solo e seu efeito sobre a água. **Biológico**, v.65, n.1/2, p. 69-73, 2003.
- SANTOS, H.P.; SPERA, S.T.; TOMM, G.O.; KOCHANN, R.A.; ÁVILA, A. Efeito de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas na fertilidade do solo, após vinte anos. **Bragantia**, v.67, n.2, p.441-454, 2008.
- SCHERER, E.E.; NADAL, R.; CASTILHOS, E.G. **Utilização de esterco de aves e adubo fosfatado na cultura do milho**. Florianópolis, EMPASC, 1986. 36p. (EMPASC. Boletim Técnico, 35).
- SCHERER, E.E.; NESI, C.N. Avaliação de fontes e doses de nitrogênio na produtividade de forragem de gramíneas anuais de estação fria e quente, em sucessão. **Agropecuária Catarinense**, v. 21, p. 68-73, 2008.
- TEDESCO, M.J. **Análise de solo, plantas e outros minerais** UFRGS: Depto. de Solos. Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 1995. 174p.
- VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.4 p.743-55, 2009.
- VIEIRA, L.C.; DUFLOTH, J. H.; NUSS, C. N.; ZANATTA, J. C. Milho. In: **Avaliação de cultivares para o Estado de Santa Catarina 2006/07**. Florianópolis, 2006. 162p (EPAGRI. Boletim Técnico, 128)