

Produtividade de milho, atributos químicos e físicos de um latossolo influenciados pelo uso de cama de aviário

PIANO¹, J. T.; SEIDEL², E. P.

¹ Graduando, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Centro de Ciências Agrárias, Rua Pernambuco 1777, Caixa Postal 91, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon, PR. e-mail: jefersontpiano@hotmail.com

² Professora, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Centro de Ciências Agrárias, Rua Pernambuco 1777, Caixa Postal 91, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon, PR. e-mail: pseidel@hotmail.com

RESUMO: Objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar o efeito da cama de aviário associada com adubação química nos atributos físicos e químicos do solo, nos componentes de produção e na produtividade da cultura do milho (*Zea mays* L.). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se das seguintes combinações de doses de adubo químico e orgânico: 100% da adubação química recomendada para a cultura; 66% da adubação química e 33% da adubação orgânica; 33% da adubação química e 66% da adubação orgânica; 50% da adubação química e 50% da adubação orgânica; e 100% da adubação orgânica. Utilizou-se, como base para a adubação orgânica, a dose de 15 t ha⁻¹ de cama de aviário. Foram obtidas amostras de solos indeformadas com cilindros volumétricos na profundidade de 0,10 m e 0,20 m. As diferentes adubações não promoveram incremento nos componentes de produção do milho. Os tratamentos que receberam cama de aviário apresentaram produção semelhante ao tratamento com 100% de fertilizante mineral (testemunha). A densidade e a porosidade do solo não foram influenciadas pelas diferentes associações de adubação mineral e orgânica.

Palavras-chave: *Zea mays* L., adubação orgânica, densidade do solo, porosidade do solo.

MAIZE YIELD, PHYSICAL AND CHEMICAL ATTRIBUTES OF A OXISOL INFLUENCED BY THE USE OF POULTRY BEDDING

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the effect of poultry litter associated with chemical fertilization on the physical and chemical soil properties, the components of production and maize (*Zea mays* L.) yield. The experimental design used was the randomized complete block design with four replications. The treatments consisted of five different combinations of rates of chemical and organic (poultry litter) fertilizer: 100% of the chemical fertilizer recommended for the crop; 66% of chemical fertilizer and 33% of organic fertilizer; 33% of chemical fertilizer and 66% of organic fertilizer; 50% of chemical fertilizer and 50% of organic fertilizer; and 100% of organic fertilizer. As the basis for organic fertilization, a rate of 15 t ha⁻¹ of poultry litter was used. Samples of undisturbed soil were obtained with volumetric cylinders at a depth of 0.10 m and 0.20. The different forms of fertilization did not promote an increase in the components of maize yield. The treatments that received poultry litter presented similar yield to the treatment with 100% mineral fertilizer (control). Bulk density and porosity of soil were not influenced by different combinations of mineral and organic fertilization.

Keywords: *Zea mays* L., organic fertilization, bulk density, porosity

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) encontra-se distribuído em todo território nacional, com níveis de importância social e econômica e níveis tecnológicos (HEMP et al., 2009). É uma das culturas de maior importância econômica e das mais estudadas devido ao valor nutricional de seus grãos (BUZETTI et al., 2009). Constitui-se numa das principais fontes de alimento do mundo, servindo como matéria-prima para fabricação de diversos produtos, sendo de grande importância para as atividades avícolas, suínas e bovinas (CIESLIK et al., 2009).

A utilização de produtos orgânicos no solo, como esterco de animais, compostados ou não, é uma prática de uso milenar. Na agricultura, além do valor de fertilizante, a adubação orgânica acrescenta ao solo minerais, propicia a reciclagem de nutrientes no sistema produtivo, evitando a contaminação ambiental (SELBACH et al., 2004).

Dentre os resíduos utilizados como o adubo orgânico, a cama de aviário destaca-se como o de maior concentração de nutrientes, comparado ao esterco de gado ou de suínos (COMISSÃO, 2004).

A cama de aviário quando aplicada de forma racional pode substituir parcialmente ou totalmente a adubação mineral convencional, o que conseqüentemente reduzirá os custos de produção das culturas principalmente para os agricultores proprietários de aviários. A cama de aviário tem maior reserva de nutrientes, uma vez que possui maior matéria seca, também contém fezes misturadas à urina, além disso, a cama de aviário quase sempre, é produzida em criatórios intensivos com grande oferta de ração aos animais confinados (TEDESCO et al., 2008).

A deposição de cama de aviário sobre o solo pode melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do mesmo. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o uso da cama de aviário associada à adubação mineral e suas influências nas propriedades químicas e físicas de um Latossolo e na produtividade de milho sob sistema de semeadura direta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, localizada no município de Entre Rios do Oeste, Pr (24° 43' S; 54° 14' O), com altitude média de 260 m. O solo da região é caracterizado como Latossolo Vermelho eutroférico (LVef), de textura muito argilosa e possui boa drenagem (EMBRAPA, 2006).

A área experimental estava sendo cultivada no sistema de semeadura direta (SSD) por dez anos. A caracterização química do solo foi feita antes da implantação do experimento, realizada a partir de amostras coletadas na camada de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm, intercaladas em linhas e entre linhas formando uma amostra composta a partir de cinco subamostras de cada profundidade da área total, sendo os resultados apresentados na Tabela 1. A metodologia para as análises químicas do solo foi realizada conforme Pavan (1992). Após a colheita foi realizada nova amostragem sendo coletadas amostras para análise química nas mesmas profundidades. Foi coletada uma amostra por parcela intercalada em linha e entre linha.

Tabela 1. Características químicas do solo, na camada de 0 a 20 cm de profundidade, antes da implantação da cultura do milho

Prof.	P	MO	pH	H+Al	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ⁺
-------	---	----	----	------	------------------	----------------	------------------	-----------------

cm	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	0,01 mol L ⁻¹	-----cmol _c dm ⁻³ -----				
0-10	30,9	29,4	5,1	5,4	0,1	0,8	5,9	2,0
10-20	13,4	22,6	5,0	4,9	0,1	0,6	5,4	1,4

Prof. cm	SB -----cmol _c dm ⁻³ -----	CTC	V -----%-----	Al	Cu	Zn	Mn	Fe
					-----mg dm ⁻³ -----			
0-10	8,7	14,1	61,7	1,0	5,9	4,9	122,0	15,5
10-20	7,4	12,3	60,3	0,9	6,5	3,9	135,3	21,8

P, K, Micronutrientes – Extrator MEHLICH¹; Al, Ca e Mg = KCl 1 mol L⁻¹; H+Al = pH SMP (7,5).

A caracterização física do solo foi realizada conforme EMBRAPA (1997), utilizando-se anéis com volume interno de 100 cm³ introduzidos verticalmente no perfil, nas camadas de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm de profundidade, em 6 pontos da área antes do plantio e após a colheita, foi coletada amostras indeformadas em cada parcela. Sendo os resultados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Média da macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo da área antes da implantação do cultivo

Profundidade cm	Macroporosidade -----%-----	Microporosidade	Porosidade	Densidade Mg m ⁻³
0 - 10	6,67	43,13	49,81	1,45
10 - 20	8,54	40,26	48,80	1,44

A cama utilizada foi proveniente de aviário, com sistema de criação de engorda, situado no município de Marechal Cândido Rondon-Pr, tendo sido usada para seis lotes de frangos. Foram coletadas seis amostras simples para compor duas amostras compostas utilizadas na realização das análises químicas. O N total foi determinado por destilação, por arraste de vapor em aparelho semi-micro-Kjeldahl, de acordo com Tedesco et al., (1995). Os teores de K, Ca, Fe, Mg, Cu, Zn, e Mn foram determinados por espectrometria de absorção atômica (WELZ & SPERLING, 1999), sendo os resultados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Composição química da cama de aviário utilizada no experimento

k	Ca	Mg	Mn	P	N	Fe	Zn	Cu	Massa seca	Teor umidade
	-----g Kg ⁻¹ -----					-----mg Kg ⁻¹ -----			-----%-----	
24,0	82,0	9,2	0,9	87,0	33,2	4210,0	760,0	120,0	87,5	12,5

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos constaram das seguintes proporções de adubo químico e orgânico (cama de aviário): 100% adubação química (Testemunha) (T1); 66 % da adubação química e 33 % da adubação orgânica (T2); 33 % da adubação química e 66 % da adubação orgânica (T3); 50 % da adubação química e 50 % da adubação orgânica (T4); 100% adubação orgânica (T5). Cada parcela experimental continha 6 linhas de milho sendo avaliadas as duas linhas centrais, descartando-se 0,50 m de bordadura . A área útil da parcela foi definida como 12,6 m².

O sistema de semeadura utilizado foi o de semeadura direta sobre palhada de trigo. Os sulcos foram abertos com o uso de uma semeadora de semeadura direta acoplada a um trator, a uma profundidade de 8 cm. Os adubos, de acordo com a sua

respectiva dose, foram distribuídos manualmente, sendo o químico no sulco de plantio e o orgânico sobre a superfície do solo em área total, em seguida realizada a semeadura do milho. Para a adubação química de base foi utilizado 438 Kg ha⁻¹ do fertilizante misto 8-20-10 (NPK) que também possuía 6% Ca na sua composição e para adubação orgânica, proporcionalmente, a 15 t ha⁻¹ de cama de aviário.

Foi utilizado o cultivar de milho CD 384 semeado no dia 02/10/2009 em parcelas de 4,20 m de largura por 10 m de comprimento. A semeadura foi realizada utilizando-se semeadora manual (“bazuca”), com espaçamento de 0,70 m entre linhas e 0,25 m entre plantas, com 2 a 3 sementes por cova, mantendo-se após desbaste, uma população em torno de 57000 plantas ha⁻¹. Cada parcela continha 6 linhas de milho, sendo avaliadas apenas as duas linhas centrais, descartando-se 0,50 m de bordadura. A área útil da parcela foi definida como 12,6 m².

Após treze dias da emergência, foi realizada a adubação nitrogenada de cobertura com uréia na dose de 100 kg ha⁻¹ em todos os tratamentos. Nesse momento as plantas de milho encontravam-se no estágio V5 de desenvolvimento fisiológico.

Quando as plantas encontravam-se no estágio fenológico de desenvolvimento R1 foram avaliadas as características de altura de planta e diâmetro de terço médio de 10 plantas ao acaso dentro da área útil da parcela.

A colheita foi realizada manualmente em cada parcela (área útil) no dia 04/02/2010, determinado-se o número de espigas por tratamento. Após realizou-se a mensuração do diâmetro de espigas, comprimento de espigas e contagem do número de fileira de grãos por espigas, 10 espigas de cada parcela. A debulha foi realizada com debulhador manual. A massa de 1000 grãos foi determinada através da contagem de 5 repetições de 100 sementes, sendo o valor da média multiplicado por 10.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste F ao nível de 5 % de probabilidade. As médias foram comparadas pelo teste de Duncan, a 5 % de probabilidade. Utilizou-se o programa SAEG 8.0 (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Propriedades Químicas do Solo

Observando-se os resultados das propriedades químicas do solo, de acordo com a Tabela 4, é possível verificar que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) para P, matéria orgânica, pH, H+Al, Al³⁺, K⁺, Mg, V%, Cu, Zn e Fe na camada de 0-10 cm nos diferentes tratamentos e houve diferenças significativas para cálcio, soma de bases, capacidade de troca catiônica, saturação por bases e manganês. O tratamento que recebeu a metade de adubo químico e a metade de cama de aviário foi o tratamento onde se constatou os menores teores de cálcio que conseqüentemente afetou a soma de bases, capacidade de troca catiônica e a saturação de bases.

Quando foram aplicados 1/3 de adubação química e 2/3 de adubação orgânica o solo apresentou maiores teores de manganês comparado aos demais tratamentos, não sendo encontrado nenhum trabalho na literatura com resultado semelhante. Esse resultado possivelmente deve-se ao teor de Mn apresentado pela cama de aviário (Tabela 3), que foi de 0,9 g Kg⁻¹ de manganês.

Tabela 4. Características químicas do solo, na camada de 0 a 10 cm de profundidade, após o uso de cama de aviário associada com adubação química

Trat.	P	MO	pH	H+Al	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ⁺
-------	---	----	----	------	------------------	----------------	------------------	-----------------

	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	0,01 mol	-----cmol _c dm ⁻³ -----				
T1	26,1 ^{ns}	29,0 ^{ns}	5,0 ^{ns}	5,7 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,7 ^{ns}	5,7A	1,9 ^{ns}
T2	23,7	26,4	5,1	5,3	0,1	0,7	5,7A	2,0
T3	35,2	26,8	4,9	5,9	0,1	0,6	5,2A	1,9
T4	22,0	24,6	4,9	5,7	0,1	0,6	4,8B	1,8
T5	33,1	29,7	5,2	5,1	0,1	0,8	6,0A	2,3
CV(%)	24,79	10,37	3,48	10,70	72,61	26,50	9,18	16,10
Trat.	SB	CTC	V	Cu	Zn	Mn	Fe	
	cmol _c dm ⁻³		%	-----mg dm ⁻³ -----				
T1	8,3AB	14,1AB	59,1 ^{ns}	5,9 ^{ns}	5,0 ^{ns}	130,6B	15,4 ^{ns}	
T2	8,5AB	13,8AB	60,9	6,1	5,8	133,4B	16,1	
T3	7,7B	13,6AB	56,2	6,2	8,6	169,2A	18,1	
T4	7,1B	12,9 B	55,3	6,0	5,6	119,2B	14,8	
T5	9,1A	14,2A	64,1	5,9	8,9	131,2B	15,6	
CV(%)	10,31	3,84	8,11	10,37	34,31	13,13	14,00	

P, K, Micronutrientes – Extrator MEHLICH⁻¹; Al, Ca e Mg = KCl 1 mol L⁻¹; H+Al = pH SMP (7,5). ns: não significativo a 5 % de probabilidade na coluna. Resultados seguidos por letra apresentam diferença significativa a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan na coluna

De maneira geral a cama de aviário de aviário possui valores muito elevados dos teores de Ca e P se comparados com valores encontrados por Selbach & Sá (2004), sendo este um dos fatores para que o tratamento que recebeu somente adubação orgânica apresentar maiores valores de Ca na camada superficial do solo.

Para a profundidade de 10 a 20 cm houve diferenças significativas (p<0,05) para o pH e soma de bases (Tabela 5) não houve diferença P, matéria orgânica, H+Al, Al³⁺, k⁺, Ca²⁺, Mg⁺, CTC, V%, Cu, Zn, Mn e Fe.

Corroborando com os resultados Santos et al. (2004) avaliando três tipos de compostos orgânicos, cama de frango de serragem de *pinus*, de casca de arroz e de casca de amendoim, constataram que a cama de frango promoveu benefícios ao solo, favorecendo a capacidade de troca catiônica (T) a elevação do pH, da soma de bases (SB), da saturação por bases (V%), e de diminuição da acidez potencial (H+Al).

Scherer & Nesi (2009), avaliando alterações químicas no solo devido à adubação orgânica em milho, utilizando esterco de aves, encontraram maiores teores de P disponível na camada superficial do solo em sistema de plantio direto.

Para Pavinato et al. (2009) avaliando a disponibilidade de cátions no solo alterada pelo sistema de manejo, constataram que, a disponibilidade de Ca e Mg são maiores na camada superficial (0-5 cm) no sistema plantio direto em consequência da disponibilização desses nutrientes dos resíduos em decomposição. Entretanto o pH do solo no sistema de plantio direto é maior na camada mais superficial, sendo menor a partir da camada de 5-10 cm.

Tabela 5. Características químicas do solo, na profundidade de 10 a 20 cm, após o uso de cama de aviário associada com adubação química

Trat.	P	MO	pH	H+Al	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ⁺
	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	0,01 mol L ⁻¹	-----cmol _c dm ⁻³ -----				

T1	14,3 ^{ns}	21,2 ^{ns}	4,9AB	5,3 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,5 ^{ns}	5,3 ^{ns}	1,3 ^{ns}
T2	11,2	19,6	4,9A	5,7	0,1	0,4	5,0	1,4
T3	11,4	21,0	4,7BC	5,1	0,1	0,4	4,7	1,3
T4	9,7	17,4	4,6C	5,5	0,1	0,4	4,4	1,3
T5	12,5	22,9	4,9A	5,4	0,1	0,6	5,1	1,5
CV(%)	38,20	18,28	2,52	13,71	34,08	25,68	9,0	10,50
Trat.	SB	CTC	V	Cu	Zn	Mn	Fe	
	cmol _c dm ⁻³		%	-----mg dm ⁻³ -----				
T1	7,2 A	12,5 ^{ns}	57,6 ^{ns}	6,0 ^{ns}	3,7 ^{ns}	132,9 ^{ns}	22,6 ^{ns}	
T2	6,8AB	12,5	54,8	6,9	3,2	117,8	20,5	
T3	6,4AB	11,6	55,2	5,8	3,7	131,5	26,5	
T4	6,1 B	11,6	52,4	6,9	3,7	123,1	20,2	
T5	7,2A	12,6	57,2	6,7	3,8	148,6	24,1	
CV(%)	7,21	7,21	6,67	14,73	18,35	19,10	25,12	

P, K, Micronutrientes – Extrator MEHLICH⁻¹; Al, Ca e Mg = KCl 1 mol L⁻¹; H+Al = pH SMP (7,5). ns: não significativo a 5 % de probabilidade na coluna. Resultados seguidos por letra apresentam diferença significativa a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan na coluna.

FONTANA et al. (2006), constatou que no plantio direto, comparada ao sistema convencional, diminui a velocidade de degradação da matéria orgânica, pelo menor contato entre o resíduo vegetal e o solo, retardando o ataque pelos microrganismos do solo.

Geralmente os trabalhos que testam à eficiência de adubos orgânicos avaliam mais o efeito desses fertilizantes no primeiro cultivo. Entretanto, o estudo do efeito residual dos adubos orgânicos se torna importante, porque fornece informações sobre o potencial de liberação de nutrientes pelos adubos orgânicos, nos cultivos seguintes. Desse modo, a aplicação contínua de fertilizantes orgânicos tende a favorecer o acúmulo gradual dos nutrientes no solo, propiciando um efeito residual para os cultivos subsequentes (NYAKATAWA et al. 2001; FIGUEROA, 2008).

Propriedades Físicas

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 6 é possível verificar-se que logo após a colheita do milho não houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os valores médios de macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade de solo nas camadas de 0 a 10 e 10 a 20 cm nos tratamentos, logo após a colheita do milho.

Avaliando a porcentagem de macroporos constatou-se que em todos os tratamentos e na profundidade de 0 a 20 cm seus valores estão muito baixos (3,56 a 7,22 %) podendo ser um indício de compactação. Estes valores estão abaixo de 10% que considerado crítico para as trocas gasosas (SOJKA, 1992).

Em geral a compactação modifica a porosidade, o tamanho e a continuidade dos poros (MORAES, 1984). Essas alterações limitam a absorção de nutrientes, a infiltração e a redistribuição de água, as trocas gasosas e o desenvolvimento radicular (BICKI & SIEMENS, 1991). Maiores valores de macroporosidade nas camadas superficiais refletem influência da matéria orgânica na estruturação de solos (DEXTER, 1991).

Tabela 6. Valores médios de porosidade e densidade na camada de 0 a 10 e 10 a 20 cm nos diferentes tratamentos

Tratamentos	Macroporosidade	Microporosidade	Porosidade Total	Densidade
	-----%-----			-----mg m ⁻³ -----
Profundidade 0-10 cm				
T1	5,32 ^{ns}	42,72 ^{ns}	48,04 ^{ns}	1,40 ^{ns}
T2	3,56	43,51	47,07	1,37
T3	6,02	43,25	49,27	1,35
T4	4,66	43,25	47,91	1,39
T5	5,84	42,45	48,29	1,39
CV (%)	38,53	3,29	2,88	3,72
Profundidade 10-20 cm				
T1	7,22 ^{ns}	42,55 ^{ns}	49,77 ^{ns}	1,41 ^{ns}
T2	4,52	43,27	47,79	1,42
T3	4,29	43,26	47,55	1,40
T4	5,08	42,58	47,66	1,30
T5	5,03	42,72	47,75	1,40
CV (%)	47,54	3,91	3,93	1,53

ns: não significativo a 5 % de probabilidade nas colunas.

De acordo com os resultados a densidade do solo na profundidade de 0 a 20 cm variou de 1,30 mg m⁻³ a 1,42 mg m⁻³ favorecendo um bom desenvolvimento radicular. Reinert et al. (2008) em estudos com espécies de cobertura em Argiloso constataram que o crescimento radicular foi normal até o limite de densidade de 1,75 Mg m⁻³. Entre a faixa de 1,75 e 1,85 mg m⁻³, ocorreu restrição, com deformações na morfologia das raízes em grau médio, e, acima de 1,85 Mg m⁻³, essas deformações foram significativas. Todavia, de acordo com Klein & Libardi (2000) estes valores estão acima do valor considerado crítico para o crescimento das plantas (1,28 Mg m⁻³) em solos de classe similar.

Em solo com densidade elevada ocasiona restrições no crescimento radicular das culturas (FREDDI, et al., 2007; SEIDEL, et. al. 2009) e o sistema radicular concentra-se próximo à superfície (MULLER et al., 2001), tornando a planta mais susceptível a déficits hídricos e com limitada capacidade de absorver nutrientes em camadas subsuperficiais (ROSOLEM et al., 1994).

Esperava-se que com o aumento no teor de matéria orgânica no solo houvesse um aumento na atividade biológica, possibilitando a formação de ácidos húmicos e de complexos argilo-orgânicos, que possibilitassem a formação de microagregados de maior estabilidade que refletiria no aumento da porosidade na camada superficial (CORSINI & FERRAUDO, 1999), todavia isto não ocorreu neste experimento, provavelmente pela adição da cama de aviário na superfície, o que levará maior tempo para promover melhorias físicas no solo.

Rendimento do Milho

De acordo com os resultados encontrados não houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os componentes da produtividade (altura de planta, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga, massa de 1000 sementes, número de espigas), bem como para a produtividade (Tabela 7). Cabe salientar que a altura de planta, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga e massa de mil sementes são características que

sofrem mais influência do genótipo da planta do que pelo ambiente, desde que este não seja um fator limitante.

Tabela 7. Componentes de produção e produtividade da cultura do milho, após o uso de cama de aviário associada ou não com adubação mineral

Tratamento	AP	D	NF	MM	NE	P
T1	2,07 ^{ns}	14,94 ^{ns}	17,30 ^{ns}	299,09 ^{ns}	65 ^{ns}	5593,97 ^{ns}
T2	2,08	14,89	17,30	301,38	66	5996,94
T3	2,07	14,94	17,40	301,56	64	5835,19
T4	2,10	14,93	16,90	315,04	67	6211,05
T5	2,08	14,69	17,35	305,24	64	5832,78
CV (%)	4,47	3,49	2,99	3,81	7,09	6,82

ns: não significativo a 5 % de probabilidade nas colunas. AP - Altura de plantas (m), D - Diâmetro de colmo (mm), NF - Número de fileiras por espiga, MM - Massa de mil grãos, NE - Número de espigas por tratamento, P - Produtividade total (kg ha⁻¹).

Estes resultados corroboram com os obtidos por Moreira et al. (2002), que avaliando os efeitos do tamanho de sementes, adubação orgânica e densidade de semeadura sobre o comportamento agrônomico de milho, não verificaram efeito da adubação orgânica nos componentes de produção, bem como na produtividade da cultura do milho.

Andreola et al. (2000), avaliando a influência da cobertura vegetal de inverno, da adubação orgânica com esterco de aves e da adubação mineral sobre o rendimento de grãos da sucessão feijão/milho num Latossolo vermelho do estado de Santa Catarina, não encontraram resultado significativo da adubação sobre o rendimento de milho.

Resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho foram relatados por Konzen (1999), que constatou que a adubação orgânica na produção de grãos tem demonstrado produtividade igual ou superior aos da adubação química equivalente. Entretanto a eficiência da adubação orgânica tem sido constatada somente após alguns anos de uso sistemático desta prática (SORRENSON, 1991).

Santos et al. (2009) obtiveram resultado contrário aos obtidos neste trabalho ao avaliar o efeito da fertilização com esterco bovino e cama de galinha caipira sobre os componentes de produção do milho. Foi constatado que a adubação com cama de galinha caipira aumentou o número de espigas, peso médio de espigas e a produtividade de grãos na cultura do milho.

Meneses (1993), avaliando os efeitos de doses de esterco no rendimento do feijão-de-corda e do milho em cultivos isolados e consorciados, verificou que a aplicação de doses de esterco de aves, que variaram de 0 a 60 t ha⁻¹, aumentou o rendimento de grãos do milho de forma linear, no monocultivo, e de forma quadrática, quando o milho foi consorciado com o caupi (*Vigna unguiculata* L.). O milho responde progressivamente a altas adubações, principalmente em relação ao nitrogênio, desde que outros fatores não sejam limitantes (BORGHI et al, 2004).

Uma justificativa para a ausência de diferenças significativas na produtividade do milho neste experimento seria a adição da cama de aviário na superfície sem incorporação, o que levará maior tempo para disponibilizar os nutrientes.

Entretanto constata-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos, demonstrando que a adição de adubos como a cama de aviário pode ser uma alternativa de uso. Todavia há necessidade de maior tempo de cultivo, pois a planta poderia estar utilizando as reservas de nutrientes do solo, já que o nível da maioria dos

nutrientes do solo encontra-se no teor alto e médio, conforme a análise química do solo (Tabela 1).

CONCLUSÕES

A adição de cama de aviário associada ou não com adubação mineral não influenciou nos componentes da produtividade da cultura do milho e nas propriedades físicas do solo.

Houve alteração na camada de 0 a 10 cm nos teores de Ca, promovendo alterações na soma de bases e capacidade de troca catiônica.

O tratamento que recebeu 1/3 de adubação química e 2/3 de adubação com cama de aviário apresentou maiores teores de Mn na camada de 0 a 10 cm.

Houve alteração nos valores de pH e de soma de bases na profundidade de 10 a 20 cm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N.; JUCKSCH, I. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 867-874, 2000.

BICHI, T.J.; SIEMENS, J.C. Crop response to Wheel traffic soil compaction. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 34, n. 3, p. 909-913, 1991.

BORGHI, E.; MELLO, L. M. M. DE. CRUSIOL, C. A. C. Adubação por área e por planta, densidade populacional e desenvolvimento do milho em função do sistema de manejo do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.26, n.3, p.337-345, 2004.

BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M.E.; ANDRADE, J.A.C. Fontes e épocas de aplicação do nitrogênio na cultura do milho irrigado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.2, p.275-284, 2009.

CIESLIK, L.; FARINACIO, D.; GODOY, W.; PLUCINSKI FILHO, L.C.; SILVA, C.L. ; SIGNORINI, A. Produtividade de três variedades de milho (*Zea mays*) cultivado sob manejo orgânico em função de diferentes doses de adubação. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.4, n.2, 2009.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC, 2004. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre, SBCS/NRS, 2004. 400p.

CORSINI, P.C.; FERRAUDO, A.S. Efeitos de sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em Latossolo roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.2, p.289-298, 1999.

DEXTER, A.R. Amelioration of soil by natural processes. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.20, p.87-100, 1991.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1997. 212p.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa em Solos (**Rio de Janeiro, RJ**). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS)**, 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FIGUEROA, E.A. **Efeito imediato de esterco de ave poedeira e culturas de grãos**. Dissertação (Mestrado em área de concentração em produção vegetal). Faculdade de Passo Fundo. 2008. 129p.

FONTANA, A.; PEREIRA, M.G.; LOSS, A.; CUNHA, T.J.F.; SALTON, J.C. Atributos de fertilidade e fracos humicas de um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.847-853, 2006.

FREDI, O.S.; CENTURION, J.F.; BEUTLER, A.N.; ARATANI, R.G.; LEONEL, C.L. Compactação do solo no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.627-636, 2007.

HEMP, S.; VOGT, G.A.; NICKNICH, W.E. Avaliação de variedades de milho em cultivo orgânico - Safra 2008-2009. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.4. n.2, 2009.

KLEIN, V.A. **Física do Solo**. Passo Fundo. Ed.Universidade de Passo Fundo, 2008. 212p.

KONZEN, E.A. **Estabilização de resíduos orgânicos em processos de compostagem e vermicompostagem**. Sete Lagoas: EMBRAPACNPMS, 1999. 6p. (EMBRAPA-CNPMS. Comunicado Técnico, 12).

MENESES, O. B. **Efeitos de doses de esterco no rendimento do feijão-de-corda e do milho em cultivos isolados e consorciados**. Tese (Mestrado). Mossoró: ESAM, 1993.

MORAES, W. V.; **Comportamento de características e propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro, submetido a diferentes sistemas de cultivos**. Lavras, 1984. 107p. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1984.

MOREIRA, L.B.; LOPES, H.M.; SILVA, E.R. Efeitos do tamanho de sementes, adubação orgânica e densidade de semeadura sobre o comportamento agrônômico de milho. **Agronomia**, Seropédica, v.36. n.12, p.37-41, 2002.

MÜLLER, M.M.L.; CECCON, G.; ROSOLEM, C.A. Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.531-538, 2001.

NYAKATAWA, E.Z.; REDDY, K.C.; BROWN, G.F. Residual effect of poultry litter applied to cotton in conservation tillage systems on succeeding rye and corn. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.71, p.159-171, 2001.

PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F.; ZEMPULSKI, H. C.; et al. **Manual de análises químicas de solo e controle de qualidade**. Londrina: IAPAR, 1992. (Circular, 76).

PAVINATO, P.S.; MERLIN, A.; ROSELEM, C.A.; Disponibilidade de cations no solo alterada pelo sistema de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n.4, p. 1031-1040, 2009.

REINERT, D.J.; ALBUQUERQUE, J.A.; REICHERT, J.M.; AITA, C.; ANDRADA, M.M.C. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32. n.5, p. 1805-1816, 2008.

ROSOLEM, C.A.; VALE, L.S.R.; GRASSI FILHO, H.; MORAES, M.H. Sistema radicular e nutrição do milho em função da calagem e da compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.18, n.3, p.491-497, 1994.

SANTOS, C.C.; BELLINGIERI, P.A.; FREITAS, J.C. Efeito da aplicação de compostos orgânicos de cama de frango nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Escuro cultivado com sogro granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench). **Científica**, Jaboticabal, v.32, n.2, p.134-140, 2004.

SCHERER, E.E.; NESI, C.N.; Características químicas de um Latossolo sob diferentes sistemas de preparo e adubação orgânica. Solos e nutrição de plantas. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.3, p.715-721, 2009.

SEIDEL, E.P.; ABUCARMA, V.M.; BASSO, W.L.; GERHARDT, I.F.S. Diferentes densidades de solo e o desenvolvimento de plântulas de milho. **Synergismus Scientifica**, UTFPR, Pato Branco, v.1, n.4, 2009.

SELBACH, P.A.; SÁ, E.L.S. Fertilizantes Orgânicos, Organo-minerais e Agricultura Orgânica. In: BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J.; CAMARGO, F.A.O. **Fertilidade dos Solos e Manejo da Adubação de Culturas**. 1 ed. Porto Alegre: Genesis, 2004. 654p.

SOJKA, R.E. Stomatal closure in oxygen-stressed plants. **Soil Science Society of America Journal, Madison**, v.154, p.269-80, 1992.

SORRENSON, W.J. Esterco de aves e nitrogênio em milho nas pequenas propriedades. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.4, n.2, 1991. 654p.

TEDESCO, M.J.; WOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, planta e outros materiais**. Boletim Técnico n. 5. Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1995.

WELZ, B.; SPERLIIG, W. A. **Atomic Absorption Spectrometry**. 2.ed. Weinheim: Wiley-VCH, 1999.