

FESURV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE AGRONOMIA
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO E DISPONIBILIDADE DE
FÓSFORO COM APLICAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA
REGIÃO DE RIO VERDE - GO**

THAIS RAMOS DA SILVA
Magister Scientiae

RIO VERDE
GOIÁS – BRASIL
2008

THAIS RAMOS DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO E DISPONIBILIDADE DE
FÓSFORO COM APLICAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA
REGIÃO DE RIO VERDE - GO**

Dissertação apresentada à Fesurv - Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**RIO VERDE
GOIÁS – BRASIL
2008**

THAIS RAMOS DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO E DISPONIBILIDADE DE
FÓSFORO COM APLICAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA
REGIÃO DE RIO VERDE - GO**

Dissertação apresentada à Fesurv – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVAÇÃO: 28 de novembro de 2008.

Prof. Dr. Gustavo André Simon
(Orientador)

Profa. Dra. June Faria Scherrer Menezes
(Co-orientadora)

Prof. Dr. Renato Lara de Assis
(Co-orientador)

Prof. Dr. João das Graças Santana
(Membro da banca)

DEDICATÓRIA

À minha mãe, Maria Terezinha Ramos da Silva, pelo incentivo, por acreditar, em meus ideais e pelo amor dedicado a mim.

AGRADECIMENTOS

À professora co-orientadora June Faria Scherrer Menezes por sua atenção e dedicação em todas as etapas de realização deste projeto.

Ao professor orientador Gustavo André Simon por sua dedicação e colaboração no decorrer do curso.

Aos professores e co-orientadores Gilson Pereira Silva e Renato Lara de Assis, pelas valiosas sugestões para o engrandecimento do trabalho.

Às colegas Graciely Vilela Gomes e Catarina José de Lima Santos pela colaboração na condução dos experimentos e análises laboratoriais.

Aos alunos de Graduação em Agronomia Tiago Görden, Ricardo José Santi, Danilo Cabral Santos e Alexandre Silva, pela colaboração nos experimentos e análises laboratoriais.

À Perdigão Agroindustrial S.A. pelo auxílio financeiro para realização das análises laboratoriais.

Ao Sr. Paulo Roberto Leão pelas dúvidas quanto à utilização da raspa de vala na agricultura, o que resultou no experimento.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO GERAL.....	x
GENERAL ABSTRACT.....	xii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO 1	
DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO E DISPONIBILIDADE DE P SOB INFLUÊNCIA DE DOSES E ÉPOCAS DE INCUBAÇÃO DE RASPA DE VALA DA SUINOCULTURA NA REGIÃO DE RIO VERDE - GO.....	3
RESUMO.....	3
ABSTRACT.....	4
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	9
4. CONCLUSÕES.....	15
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15
CAPÍTULO 2	
DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO E DISPONIBILIDADE DE P SOB INFLUÊNCIA DE DOSES E ÉPOCAS DE INCUBAÇÃO DE CAMA DE FRANGO NA REGIÃO DE RIO VERDE – GO.....	19
RESUMO.....	19
ABSTRACT.....	20
1. INTRODUÇÃO.....	21
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4. CONCLUSÕES.....	38
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
CAPÍTULO 3	
DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO E DISPONIBILIDADE DE P SOB INFLUÊNCIA DE DOSES E ÉPOCAS DE INCUBAÇÃO DE CAMA DE POEDEIRA NA REGIÃO DE RIO VERDE - GO.....	42
RESUMO.....	42
ABSTRACT.....	43
1. INTRODUÇÃO.....	44

2. MATERIAL E MÉTODOS.....	45
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4. CONCLUSÕES.....	61
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Resumo da análise de variância relativa às características: altura das plantas (ALT), biomassa seca de folhas e colmos (BSFC), biomassa seca das raízes (BSR), teores de P no solo antes do plantio (P-ANTES), teores de P no solo 45 dias após o plantio (P-APÓS) e teores de P na folha 45 dias após o plantio (P-FOLHA).....	9
TABELA 2	Comparação dos resultados obtidos com a aplicação de doses de raspa de vala de suinocultura com o tratamento adicional (mineral), para as características significativas pelo teste F: biomassa seca de folhas e colmos (BSFC), biomassa seca das raízes (BSR) e teores de P no solo 45 dias após o plantio (P- APÓS).....	10
TABELA 3	Resumo da análise de variância relativa às características: altura das plantas (ALT), biomassa seca de folhas e colmos (BSFC), biomassa seca das raízes (BSR), teores de P no solo antes do plantio (P-ANTES), teores de P no solo 45 dias após o plantio (P-APÓS) e teores de P na folha 45 dias após o plantio (P-FOLHA).....	25
TABELA 4	Comparação dos resultados obtidos com a aplicação de doses de cama de frango com o tratamento adicional (mineral), para as características significativas pelo teste F: altura das plantas (ALT), biomassa seca das raízes (BSR), teores de P antes do plantio (P-ANTES) e teores de P após 45 dias do plantio (P-APÓS).....	25
TABELA 5	Coefficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x+ b_2x^2$, para altura das plantas de milho, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango.....	27
TABELA 6	Coefficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x+ b_2x^2$, para altura das plantas de milho, em diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação.....	28
TABELA 7	Coefficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x+ b_2x^2$, para biomassa seca de folhas e colmos de milho, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango.....	29
TABELA 8	Coefficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x+ b_2x^2$, para biomassa seca de folhas e colmos de milho, em diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação.....	30
TABELA 9	Coefficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x+ b_2x^2$, para biomassa seca das raízes de milho, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango.....	31

TABELA 10	Coeficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x+ b_2x^2$, para biomassa seca das raízes de milho, em diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação.....	32
TABELA 11	Coeficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x+ b_2x^2$, para teores de P no solo antes do plantio, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango.....	33
TABELA 12	Coeficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x+ b_2x^2$, para teores de P no solo antes do plantio, em diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação.....	34
TABELA 13	Coeficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x+ b_2x^2$, para teores de P no solo após 45 dias do plantio, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango.....	35
TABELA 14	Teores de P no solo após 45 dias do plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias), nas diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha ⁻¹).....	36
TABELA 15	Coeficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x+ b_2x^2$, para teores de P na folha após 45 dias do plantio, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango.....	37
TABELA 16	Coeficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x+ b_2x^2$, para teores de P na folha após 45 dias do plantio, em diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação.....	38
TABELA 17	Resumo da análise de variância relativa às características: altura das plantas (ALT), biomassa seca de folhas e colmos (BSFC), biomassa seca das raízes (BSR), teores de P no solo antes do plantio (P-ANTES), teores de P 45 dias após o plantio (P-APÓS) e teores de P na folha 45 dias após o plantio (P-FOLHA).....	48
TABELA 18	Comparação dos resultados obtidos com a aplicação de doses de cama de poedeira com o tratamento adicional (mineral), para as características significativas pelo teste F: altura de plantas (ALT), biomassa seca de folhas e colmos, biomassa seca das raízes (BSR), teores de P antes do plantio (P-ANTES) e teores de P 45 dias após o plantio (P-APÓS).....	48
TABELA 19	Coeficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x$ para altura das plantas de milho, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango.....	49
TABELA 20	Coeficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x+ b_2x^2$, para altura das plantas de milho, em diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação.....	50

TABELA 21	Coeficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x+ b_2x^2$, para biomassa seca de folhas e colmos de milho, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango.....	51
TABELA 22	Coeficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x+ b_2x^2$, para biomassa seca de folhas e colmos de milho, em diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação.....	52
TABELA 23	Coeficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x+ b_2x^2$, para biomassa seca das raízes de milho, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango.....	54
TABELA 24	Coeficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x+ b_2x^2$, para biomassa seca das raízes de milho, em diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação.....	55
TABELA 25	Coeficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x$ para teores de P no solo antes do plantio, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango.....	56
TABELA 26	Coeficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x+ b_2x^2$, para teores de P no solo antes do plantio, em diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação.....	57
TABELA 27	Coeficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x+ b_2x^2$, para teores de P no solo após 45 dias do plantio, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango.....	58
TABELA 28	Coeficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x+ b_2x^2$, para teores de P no solo após 45 dias do plantio, em diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação.....	59
TABELA 29	Teores de P na folha após 45 dias do plantio, em função de diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha ⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).....	59
TABELA 30	Teores de P na folha após 45 dias do plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias), nas diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha ⁻¹).....	60

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Altura das plantas, biomassa seca de folhas e colmos e biomassa seca das raízes de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes doses de raspa de vala da suinocultura (1, 2, 4, 6 e 8 t ha ⁻¹).....	12
FIGURA 2	Biomassa seca de folhas e colmos e biomassa seca das raízes de milho após 45 dias do plantio, em função de diferentes doses de raspa de vala da suinocultura (1, 2, 4, 6 e 8 t ha ⁻¹).....	13
FIGURA 3	Teores de P no solo antes e após 45 dias do plantio do milho, em função de diferentes doses de raspa de vala da suinocultura (1, 2, 4, 6 e 8 t ha ⁻¹).....	14
FIGURA 4	Altura das plantas de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha ⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).....	26
FIGURA 5	Altura das plantas de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias) nas diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha ⁻¹).....	28
FIGURA 6	Biomassa seca de folhas e colmos de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha ⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).....	29
FIGURA 7	Biomassa seca de folhas e colmos de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias) nas diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha ⁻¹).....	30
FIGURA 8	Biomassa seca das raízes de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha ⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).....	31
FIGURA 9	Biomassa seca das raízes de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias) nas diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha ⁻¹).....	32
FIGURA 10	Teores de P no solo antes do plantio, em função de diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha ⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).....	33
FIGURA 11	Teores de P no solo antes do plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias) nas diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha ⁻¹).....	34
FIGURA 12	Teores de P no solo após 45 dias do plantio, em função de diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha ⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).....	35

FIGURA 13	Teores de P na folha de milho após 45 dias do plantio, em função de diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha ⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).....	37
FIGURA 14	Teores de P na folha de milho após 45 dias do plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias) nas diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha ⁻¹).....	38
FIGURA 15	Altura das plantas de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha ⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).....	49
FIGURA 16	Altura das plantas de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias) nas diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha ⁻¹).....	50
FIGURA 17	Biomassa seca de folhas e colmos de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha ⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).....	51
FIGURA 18	Biomassa seca de folhas e colmos de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias) nas diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha ⁻¹).....	52
FIGURA 19	Biomassa seca das raízes de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha ⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).....	53
FIGURA 20	Biomassa seca das raízes de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias) nas diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha ⁻¹).....	54
FIGURA 21	Teores de P no solo antes do plantio, em função de diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha ⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).....	55
FIGURA 22	Teores de P no solo antes do plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias) nas diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha ⁻¹).....	56
FIGURA 23	Teores de P no solo após 45 dias do plantio, em função de diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha ⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).....	57
FIGURA 24	Teores de P no solo após 45 dias do plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias) nas diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha ⁻¹).....	58

RESUMO GERAL

SILVA, Thais Ramos da, M.S. Fesurv - Universidade de Rio Verde, novembro de 2008. **Desenvolvimento inicial do milho e disponibilidade de fósforo com aplicação de resíduos orgânicos na região de Rio Verde - GO.** Orientador: Gustavo André Simon. Co-orientadores: June Faria Scherrer Menezes, Gilson Pereira Silva e Renato Lara de Assis.

Em Rio Verde (GO) há um crescimento muito rápido da suinocultura e avicultura e, portanto, têm-se aumentado às quantidades de resíduos produzidos nessas atividades. O uso agronômico destes resíduos orgânicos como fonte de nutrientes às plantas e como condicionadores dos solos, tem-se constituído em alternativa interessante para a preservação da qualidade ambiental. Considerando a grande disponibilidade de resíduos orgânicos na região de Rio Verde (GO), tais como: raspa de vala da suinocultura, cama de frango e cama de poedeira, avaliou-se o efeito destes materiais, incorporados ao solo, no desenvolvimento inicial de plantas de milho e na disponibilidade de fósforo no solo e na planta. O primeiro experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Fesurv - Universidade de Rio Verde, no período de maio a agosto de 2007. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em esquema fatorial com um adicional, $5 \times 4 + 1$, com quatro repetições, sendo cinco doses da raspa de vala da suinocultura (3,1; 6,2; 12,4; 18,6 e 24,8 g vaso⁻¹, correspondendo a 1, 2, 4, 6 e 8 t ha⁻¹), quatro épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias antes do plantio) e mais um tratamento adicional (adubação mineral). Foi utilizado o milho, como planta indicadora. Antes e após o período de incubação do resíduo no solo foram retiradas amostras deste, de todas as parcelas e determinados os teores de fósforo disponíveis no solo (Mehlich-1). Aos 45 dias após o plantio foram realizadas avaliações de altura de plantas, biomassa seca de folhas e colmos e das raízes e os teores de P na planta. A adubação mineral é superior as diferentes doses de raspa de vala, em relação à produção de biomassa seca de folhas e colmos e das raízes. A produção de biomassa seca de folhas e colmos e a produção de biomassa seca das raízes decrescem com o aumento dos dias de incubação da raspa de vala da suinocultura. Os resultados sugerem que a partir da dose de 8 t ha⁻¹ de raspa de vala da suinocultura, aplicadas no dia do plantio, as plantas de milho atingem a máxima eficiência em relação à altura de plantas, produção de biomassa seca de folhas e colmos e produção de biomassa seca das raízes. Os teores de P no solo antes e após 45 dias do plantio apresentam aumentos crescentes com o incremento das doses de raspa de vala, não refletidos nos teores de P na folha. O segundo experimento foi instalado em casa de vegetação, na Fesurv - Universidade de Rio Verde, de novembro/2007 a janeiro/2008. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial $5 \times 4 + 1$, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de doses de cama de frango (15,22; 30,44; 60,88; 91,32 e 121,76 g vaso⁻¹, correspondendo a 4; 7; 14; 21 e 28 t ha⁻¹, respectivamente), as épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias antes do plantio) e mais um adicional (adubação mineral). Antes e após 45 dias do plantio do milho foram retiradas amostras de solo para determinação dos teores de P disponíveis (Mehlich-1). Aos 45 dias após o plantio foram avaliadas as seguintes características: altura das plantas, biomassa seca de folhas e colmos, biomassa seca das raízes e teores de P na folha. As doses de cama de frango são superiores à adubação mineral em todas as características avaliadas. Com a dose 21 t ha⁻¹ de cama de frango e 30 dias de incubação de cama de frango obtêm-se as maiores alturas das plantas, maiores produções de biomassa seca de folhas e colmos e das raízes e maiores teores de P no solo e na folha. O terceiro experimento foi conduzido em casa de vegetação na Fesurv - Universidade de Rio

Verde, de novembro/2007 a janeiro/2008. Os tratamentos foram constituídos de doses de cama de poedeira (8,7; 17,4; 34,8; 52,2 e 69,6 g vaso⁻¹, correspondendo a 2; 4; 8; 12 e 16 t ha⁻¹, respectivamente), épocas de incubação de cama de poedeira (0; 7; 15 e 30 dias antes do plantio) e mais um adicional (adubação mineral). O modelo estatístico utilizado foi um fatorial (5 x 4 + 1) em delineamento de blocos casualizados. A determinação dos teores de P disponíveis (Mehlich-1) foi realizada antes do plantio e após 45 dias do plantio. As variáveis analisadas aos 45 dias após o plantio foram: altura das plantas, biomassa seca das folhas e colmos e das raízes e teores de P na folha. As doses de cama de poedeira são superiores à adubação mineral em todas as características avaliadas. A altura das plantas, biomassa seca de folhas e colmos e das raízes, teores de P no solo antes e após 45 dias do plantio e teores de P na folha atingiram seus pontos máximos a partir da dose de 8 t ha⁻¹, quando a cama de poedeira não é incubada antes do plantio do milho. Pelos resultados conclui-se que: com a dose de 8 t ha⁻¹ de raspa de vala da suinocultura, aplicada no dia do plantio, com a dose 21 t ha⁻¹ de cama de frango com 30 dias de incubação e com a dose de 8 t ha⁻¹ de cama de poedeira, aplicadas no dia do plantio obtem-se as máximas alturas das plantas, biomassas seca de folhas e colmos e das raízes de milho aos 45 dias após o plantio. O melhor resíduo para o crescimento inicial de plantas de milho é a cama de poedeira aplicada no dia do plantio.

GENERAL ABSTRACT

SILVA, Thais Ramos, M.S., Fesurv - University de Rio Verde, November 2008. **Initial development of corn and availability of phosphorus with application of organic wastes in Rio Verde – GO.** Advisor: Gustavo André Simon. Co - mentor: June Faria Scherrer Menezes, Gilson Pereira Silva, Renato Lara de Assis.

In Rio Verde (GO) there is a very quick swine and poultry growth, so amount of waste generated in these activities have increased. Using agricultural waste as a source of nutrients to the plants and soil conditioners has been interesting alternative to the quality environmental preservation. Availability of organic waste in Rio Verde (GO) region is great, for example solid waste refused in gutters from suinoculture, chicken litter and poultry manure. It was valued the effect of these materials integrated to the soil, in the initial development of corn plants and the availability of phosphorus in the soil and in the plant. The first experiment was conducted in a greenhouse, at Fesurv, Rio Verde University, from May to August, 2007. The used experimental design was randomized blocks in a factorial scheme with an additional treatment, $5 \times 4 + 1$, with four repetitions: five rates of solid waste refused in gutters from suinoculture (3,1; 6,2; 12,4; 18,6 and 24,8 g pot⁻¹, equivalent to 1; 2; 4; 6 and 8 Mg ha⁻¹), four periods of incubation (0, 7, 15 and 30 days before the seedling) and one additional treatment (mineral fertilizer). Corn was used as an indicator plant. Before and after the incubation time of the residue in the soil, samples were taken from soil, from all bit and the levels of availability phosphorus in the soil (Mehlich-1) was determined and to 45 days after plants, dry biomass of leaves and stems and dry biomass of roots and the levels of P in the plant. The mineral fertilization is greater than different rates of solid waste refused in gutters from suinoculture relating to the production of dry biomass of leaves and stems and of the roots. The production of dry biomass of leaves and stems and the production of dry biomass of roots decreases with the increase of the incubation days of the solid waste refused in gutters from suinoculture. The results suggest that from rates effectiveness relating to the height of the plants, production of dry biomass of roots. The levels of P in the soil before and after 45 days from planting shows growing increases with the addition of rates of solid waste refused in gutters from suinoculture, applied on the day of planting, the same wasn't reflected in the levels of P in the leaf. The second experiment was installed in greenhouse, in Fesurv, Rio Verde University, from November, 2007 to January, 2008. The used design was randomized blocks in a factorial schem $5 \times 4 + 1$, with four repetitions. The treatments consisted of rates of chicken litter (15,22; 30,44; 60,88; 91,32 and 121,76 g pot⁻¹, equivalent to 4; 7; 14; 21 and 28 Mg ha⁻¹, respectively), periods of incubation (0, 7, 15 and 30 days before the seedling) and more one additional (mineral fertilizer). Before and after 45 days from planting of corn samples of soil were taken for determination of available levels of P (Mehlich-1). After 45 days of planting the following characteristics were valued: height of plants, dry biomass of leaves and stems, dry biomass of roots and leaves of P in the leaf. The rates of chicken litter are greater than mineral fertilizer in all valued characteristics. With rates 21 Mg ha⁻¹ of chicken litter and 30 days of incubation of chicken litter it were gotten the biggest height of the plants, the greatest productions of dry biomass of leaves and stems and of the roots and greatest levels of P in the soil and the leaf. The third experiment was conducted in greenhouse, in Fesurv, Rio Verde University, from November, 2007 to January, 2008. The treatments consisted of rates of poultry manure (8,7; 17,4; 34,8; 91,32 and 69,6 g pot⁻¹, equivalent to 2; 4; 8; 12 and 16 Mg ha⁻¹, respectively), periods of incubation of poultry

manure (0, 7, 15 and 30 days before the seedling) and more one additional (mineral fertilizer). The used statistic model was factorial (5 x 4 + 1) in a randomized block design. The determination of available levels of P (Mehlich-1) was performed before planting and 45 days after that. The analyzed variables at this period were: height of the plants, dry biomass of leaves and stems and roots and levels of P in the leaf. The rates of poultry manure are greater relating to mineral fertilizer in all valued characteristics. The height of the plants, dry biomass of leaves and stems and of the roots, levels of P in the soil before plants and 45 days after that and levels of P in the leaf reaches their highest points with rates from 8 Mg ha⁻¹, when the poultry manure isn't incubated before planting corn. The results it is concluded that the rates of 8 Mg ha⁻¹ of the solid waste refused in gutters from suinoculture, applied on the day of planting, with the rates 21 Mg ha⁻¹ of chicken litter with 30 days of incubation and the rates of 8 Mg ha⁻¹ of poultry manure, applied on the day of the planting strip is the maximum plant height, dry biomass of leaves and stems and roots of maize at 45 days after planting. The best residue for the initial development of corn plants is the poultry manure applied on the day of plantin

INTRODUÇÃO GERAL

Em Rio Verde (GO) houve um crescimento muito rápido da suinocultura e avicultura. Paralelamente ao aumento da produção, produtividade e à especialização dos empreendimentos, houve uma concentração das criações de animais, suínos e aves, na Região devido, em grande parte, a algumas características locais que facilitaram a instalação de agroindústrias, como a proximidade da produção de grãos.

Portanto, houve um aumento nas quantidades de resíduos produzidos nessas atividades. A quantidade estimada de produção de esterco de aves e suínos, que em geral são criados em regime de confinamento, é de 0,1 kg ao dia por cabeça e 15 litros ao dia por cabeça, respectivamente.

Pelas razões apresentadas, o uso agrônômico destes resíduos orgânicos como fonte de nutrientes às plantas e como condicionadores dos solos, tem-se constituído em alternativa interessante na preservação da qualidade ambiental.

O emprego da adubação orgânica vem crescendo gradualmente no Brasil nos últimos anos, porém os resíduos orgânicos de origem da criação de animais não são balanceados em todos os nutrientes necessários às culturas e devem ser supridos ou complementados com outras fontes de nutrientes.

Para a realização da adubação orgânica é necessário avaliar a composição do material disponível, por meio de análise química. Estes dados podem ser bem diferentes para cada região, propriedade ou lote de animais, dependendo do tipo de alimentação, manejo do rebanho, da idade do animal, manejo do esterco, estocagem dos dejetos, tipo de cama utilizada, entre outros.

A adição de esterco de suínos pode manter estável o teor de matéria orgânica no solo e o esterco de aves pode elevar a capacidade de troca de cátions, aumentando a disponibilidade de nutrientes para as plantas e condicionador do solo, melhorando as propriedades físicas, do mesmo.

Ao serem aplicados no solo, os nutrientes do resíduo orgânico que já foram mineralizados e já se encontram numa forma inorgânica somados àqueles que rapidamente são mineralizados, podem ser absorvidos pelas plantas. Podem também ser imobilizados pela biomassa microbiana, dissolvidos e carregados para águas de escoamento superficial ou lixiviados, perdidos para a atmosfera ou se acumular no solo. Inúmeras variáveis influenciam estes diferentes destinos dos nutrientes liberados pelo resíduo e, portanto, diferentes tipos e

intensidades de impactos ambientais podem ocorrer de acordo com o manejo do resíduo orgânico adotado pelo agricultor.

Evidenciando que as modificações impostas pelos sistemas de manejo podem interferir significativamente na ciclagem de fósforo no solo, este efeito torna-se mais expressivo em solos tropicais, com baixos teores de fósforo disponível e elevada adsorção deste nutriente, nos quais a biomassa microbiana poderia atuar como reservatório de fósforo.

Os solos do Cerrado são carentes em fósforo, em consequência do material de origem e da forte interação do fósforo minerais de argila, sendo, por esse motivo, recomendadas doses altas de adubos fosfatados nesses solos.

Uma das principais características que influem na adsorção de fósforo é a matéria orgânica, com uma tendência de menor fixação e, portanto, maior aproveitamento pela plantas do P oriundo da adubação fosfatada.

Em relação à matéria orgânica de origem dos resíduos orgânicos, deve-se considerar seu grau de decomposição, pois, pode ter efeito imediato no solo, ou efeito residual, por meio de um processo mais lento de decomposição.

Considerando a grande disponibilidade de resíduos orgânicos na região de Rio Verde (GO), tais como: raspa de vala da suinocultura, cama de frango e cama de poedeira, avaliou-se o efeito destes materiais, incorporados ao solo, no desenvolvimento inicial de plantas de milho e na disponibilidade de fósforo no solo e na planta.

CAPÍTULO 1

DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO E DISPONIBILIDADE DE P SOB INFLUÊNCIA DE DOSES E ÉPOCAS DE INCUBAÇÃO DE RASPA DE VALA DA SUINOCULTURA NA REGIÃO DE RIO VERDE-GO

RESUMO

Nos últimos anos, empresas produtoras de carnes, principalmente de aves e de suínos vêm implantando suas operações na Região Centro-Oeste. Desta forma, a região de Rio Verde (GO) é considerada um importante pólo brasileiro de produção agropecuária e conseqüentemente fornecedora de resíduos orgânicos. Com a limpeza dos galpões de suínos podem ser geradas 20 toneladas, anualmente, de resíduo de raspa de vala da suinocultura, por núcleo. Com toda esta oferta de resíduos têm-se a possibilidade de utilização destes resíduos pelos integrados, como alternativa de adubação das culturas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento inicial das plantas de milho e a disponibilidade de fósforo no solo e na planta, em resposta a doses e épocas de incubação do resíduo raspa de vala da suinocultura. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Fesurv - Universidade de Rio Verde, no período de maio a agosto de 2007. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em esquema fatorial com um adicional, $5 \times 4 + 1$, com quatro repetições, sendo cinco doses da raspa de vala da suinocultura (3,1; 6,2; 12,4; 18,6 e 24,8 g vaso⁻¹, correspondendo a 1, 2, 4, 6 e 8 t ha⁻¹), quatro épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias antes do plantio) e mais um tratamento adicional (adubação mineral). Foi utilizado o milho, como planta indicadora. Antes e após o período de incubação do resíduo no solo foram retiradas amostras deste, de todas as parcelas e determinados os teores de fósforo disponíveis no solo (Mehlich-1). Aos 45 dias após o plantio foram realizadas avaliações de altura de plantas, biomassa seca de folhas e colmos e das raízes e os teores de P na planta. A adubação mineral é superior as diferentes doses de raspa de vala, em relação à produção de biomassa seca de folhas e colmos e das raízes. A produção de biomassa seca de folhas e colmos e a produção de biomassa seca das raízes decrescem com o aumento dos dias de incubação da raspa de vala da suinocultura. Os resultados sugerem que a partir da dose de 8 t ha⁻¹ de raspa de vala da suinocultura, aplicadas no dia do plantio, as plantas de milho atingem a máxima eficiência em relação à altura de plantas, produção de biomassa seca de folhas e colmos e produção de biomassa seca das raízes. Os teores de P no solo antes e após 45 dias do plantio apresentam aumentos crescentes com o incremento das doses de raspa de vala, não refletidos nos teores de P na folha.

Palavras-chave: resíduo orgânico, teor de P no solo e adubo fosfatado.

INITIAL DEVELOPMENT OF CORN AND AVAILABILITY OF P DOSES AND UNDER THE INFLUENCE OF SEASONS OF INCUBATION OF SOLID WASTE REFUSED IN GUTTERS FROM SUINOCULTURE IN RIO VERDE - GO

ABSTRACT

In the last years, industries that produces meat, especially chickens and porks, have introduced their operations in the Midwestern region. So, Rio Verde (GO) region is considered the strongest Brazilian agriculture production center and consequently supplier of organic waste. With the cleaning of pig sheds 20 tons, annually, of waste of pig farming scrapping in each nucleus. Because of the supply of waste there is the possibility to make use of these wastes by the integrated wastes as a fertilization cultures alternative. The purpose of this study was to value the initial development of corn plants and availability of phosphorus in the soil and in the plants as an answer to rates and periods of incubation of solid waste refused in gutters from suinoculture. The experiment was conducted in a greenhouse, at Fesurv, Rio Verde University, from May to August, 2007. The used experimental design was randomized blocks in a factorial scheme with an additional treatment, $5 \times 4 + 1$, with four repetitions: five rates of solid waste refused in gutters from suinoculture (3,1; 6,2; 12,4; 18,6 and 24,8 g pot⁻¹, equivalent to 1; 2; 4; 6 and 8 Mg ha⁻¹), four periods of incubation (0, 7, 15 and 30 days before the seedling) and one additional treatment (mineral fertilizer). Corn was used as an indicator plant. Before and after the incubation time of the residue in the soil, samples were taken from soil, from all bit and the levels of availability phosphorus in the soil (Mehlich-1) was determined and to 45 days after plants, dry biomass of leaves and stems and dry biomass of roots and the levels of P in the plant. The mineral fertilization is greater than different rates of solid waste refused in gutters from suinoculture relating to the production of dry biomass of leaves and stems and of the roots. The production of dry biomass of leaves and stems and the production of dry biomass of roots decreases with the increase of the incubation days of the solid waste refused in gutters from suinoculture. The results suggest that from rates effectiveness relating to the height of the plants, production of dry biomass of roots. The levels of P in the soil before and after 45 days from planting shows growing increases with the addition of rates of solid waste refused in gutters from suinoculture, applied on the day of planting, the same wasn't reflected in the levels of P in the leaf.

Keywords: organic residue, content of P in soil and phosphate fertilizer.

1. INTRODUÇÃO

A região de Rio Verde (GO) é considerada um importante pólo brasileiro de produção agropecuária. Por ser a principal região produtora de grãos do estado de Goiás, nos últimos anos, empresas produtoras de carnes, principalmente de aves e de suínos, vem implantando suas operações na Região Centro-Oeste, devido à grande demanda desta matéria-prima.

No município de Rio Verde (GO) são abatidas por ano aproximadamente 273 mil cabeças de suínos. Para suprir esta demanda torna-se necessário o confinamento em granjas de grande quantidade de animais, que geram um volume significativo de resíduos orgânicos, aproximadamente $763 \text{ mil m}^3 \text{ ano}^{-1}$ de dejetos líquidos suínos (IBGE, 2006).

Com a limpeza dos galpões de suínos podem ser geradas anualmente 20 toneladas de resíduo de raspa de vala da suinocultura ao ano, por núcleo. Com toda esta oferta de resíduos têm-se a possibilidade de utilização destes rejeitos pelos integrados, como alternativa de adubação das culturas, pois, se descartados aleatoriamente no solo ou na água causam contaminação ambiental. Além de que, estes resíduos são fonte de nutrientes, principalmente fósforo.

O requerimento de grandes quantidades de fosfatos na correção da fertilidade dos solos da região Centro-Oeste do Brasil e a ausência de reservas abundantes de rochas fosfatadas de boa qualidade no País, e elevado custo dos fertilizantes, faz com que se torne interessante à utilização de fontes alternativas de adubação fosfatada, como é o caso da utilização dos resíduos orgânicos.

Nos solos tropicais, são grandes as quantidades de P a serem aplicadas, pois, estes solos caracterizam-se como fortes drenos de fósforo, nos quais boa parte do P adicionado, via adubação mineral, é vigorosamente retido na fase sólida, pelos óxidos de ferro e alumínio com pequena possibilidade de retorno a formas mais lábeis do nutriente (Souza & Volkweiss, 1987). O investimento em fertilizantes representa elevado custo para o cultivo destes solos.

O interesse pela utilização de adubos orgânicos no cultivo de plantas vem aumentando devido à possibilidade desses insumos fornecerem nutrientes, ativarem interações benéficas com microorganismos, atuarem nas propriedades físicas do solo, diminuindo a densidade do solo, melhorando a estrutura dos agregados, aumentando a capacidade de infiltração de água e aeração e melhorando a possibilidade de penetração radicular, além de reduzir a fitotoxidez do Al e Mn devido à complexação com a fração húmica e o aumento do pH (Rodrigues &

Sumioka, 2003), melhorando a produtividade das plantas e reduzindo os custos de adubação, como os fosfatos.

A prática da adubação fosfatada tem implicações na nutrição mineral da planta, podendo interferir na assimilação e função de outros nutrientes (Araújo et al., 2004). Dessa forma, qualquer fator que favoreça o solo como dreno de P, em uma dinâmica superior à demanda da planta, causará diminuição na simetria entre a liberação de P dos fertilizantes fosfatados e o crescimento das culturas, de modo, que a planta seja desfavorecida (Bedin et al., 2003).

Em estudo com rotação de culturas com aveia preta (*Avena strigosa* Schieb), milho (*Zea mays*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) adubadas com as doses de 0, 20, 40 e 80 m³ ha⁻¹ de dejetos líquidos de suíno, aplicadas antes da semeadura das culturas, Ceretta et al. (2005) observaram incrementos em todas as espécies da rotação. No primeiro ano, na rotação aveia preta/milho/nabo forrageiro os aumentos foram, no somatório das culturas, de 128, 223 e 331%, significando uma produção de biomassa seca de 14,39; 20,42 e 27,26 Mg ha⁻¹, para as doses de 20, 40 e 80 m³ ha⁻¹ de dejetos de suínos, respectivamente. Enquanto que na área sem o uso de dejetos a produção foi de apenas 6,32 Mg ha⁻¹.

Estudos demonstram que o teor de P disponível no solo aumenta consideravelmente com a aplicação de esterco líquido de suínos ao longo do tempo. Ceretta et al. (2003) observaram em um Alissolo Crômico Órtico típico teores de P, na profundidade de 0-10 cm, de 12,3 mg dm⁻³. Após 8,3 meses da aplicação de esterco líquido de suínos, o aumento na quantidade de P disponível na camada de 0-10 cm foi de 242% e 580% com a aplicação de 20 m³ ha⁻¹ (2,04 Mg ha⁻¹ de P) e 40 m³ ha⁻¹ (4,08 Mg ha⁻¹ de P), respectivamente. E aos 48 meses, o incremento foi de 3.943% e 6.710% com as doses de 20 e 40 m³ ha⁻¹ de esterco líquido de suínos, respectivamente.

O uso da raspa de vala da suinocultura na região de Rio Verde (GO) é uma tecnologia recente, ainda incipiente, portanto, com o presente trabalho objetivou-se avaliar o desenvolvimento inicial das plantas de milho e a disponibilidade de fósforo em resposta a doses e épocas de incubação do resíduo raspa de vala da suinocultura no solo, buscando alternativas tecnológicas para minimizar este problema de forma sustentável.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Fesurv - Universidade de Rio Verde, no período de maio a agosto de 2007.

Utilizaram-se vasos com capacidade de oito dm^{-3} , contendo 6,2 kg de um Latossolo Vermelho distroférico (Embrapa, 2006), cuja análise química seguiu metodologia da Embrapa (1997). Os resultados antes da aplicação dos tratamentos revelaram os seguintes resultados: $\text{pH} (\text{CaCl}_2) = 5,0$, $\text{Ca} = 0,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{Mg} = 0,06 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{Al} = 0,05 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{P} = 0,06 \text{ mg dm}^{-3}$, $\text{K} = 7,8 \text{ mg dm}^{-3}$, $\text{H} + \text{Al} = 2,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{CTC} = 2,41 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, matéria orgânica = $32,33 \text{ g kg}^{-1}$, argila = 300 g kg^{-1} , silte = 120 g kg^{-1} , areia = 580 g kg^{-1} , $V = 7,67\%$, $m = 21,27\%$.

O resíduo raspa de vala da suinocultura foi originado da limpeza dos galpões de granjas de criação de suínos das unidades de engorda de leitões do Sistema Vertical Terminador (SVT). Durante a engorda dos suínos nos galpões, o resíduo sólido proveniente do resto de ração, dejetos e urina dos suínos se acumula no fundo da vala e a parte líquida escoava para as lagoas anaeróbicas. Uma vez por ano é feita a limpeza dos galpões e realizada a retirada de 20 t do resíduo por núcleo (quatro galpões) do SVT.

O resíduo de vala da suinocultura foi analisado quimicamente e apresentou as seguintes características: $\text{pH} (\text{CaCl}_2) = 7,16$; $\text{N} = 13,6 \text{ kg t}^{-1}$; $\text{P} = 70,5 \text{ kg t}^{-1}$; $\text{K} = 0,6 \text{ kg t}^{-1}$; $\text{Ca} = 178 \text{ kg t}^{-1}$ e $\text{Mg} = 6,3 \text{ kg t}^{-1}$.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de um fatorial $5 \times 4 + 1$, combinando: cinco doses do resíduo raspa de vala da suinocultura (3,1; 6,2; 12,4; 18,6 e 24,8 g vaso^{-1} , correspondendo a 1, 2, 4, 6 e 8 t ha^{-1} , respectivamente), em quatro épocas de incubação do resíduo (0, 7, 15 e 30 dias antes do plantio), sendo que um tratamento recebeu fertilização mineral de P, consistindo do tratamento adicional.

As doses de raspa de vala da suinocultura foram determinadas de acordo com a necessidade de adubação de P, para o milho, segundo recomendação de Sousa & Lobato (2002). A dose considerada adequada, para suprir as exigências nutricionais da cultura do milho, conforme as necessidades do solo foi de 244 kg ha^{-1} de P_2O_5 , correspondente a 4 t ha^{-1} de raspa de vala da suinocultura.

Precedendo a aplicação dos tratamentos, foi aplicada uma dose de calcário dolomítico de 4,03 g vaso⁻¹, objetivando-se elevar os valores de pH próximos de 5,5. Cerca de 15 dias após a incorporação do calcário, foram aplicados os tratamentos.

As doses de raspa de vala (1, 2, 4, 6 e 8 t ha⁻¹) foram aplicadas no solo 30, 15, 7 e 0 dias antes do plantio, respectivamente, conforme as épocas de incubação do resíduo no solo. O solo foi misturado com as doses de raspa de vala, em sacos plásticos. Foi acondicionado em recipiente aberto, nas quatro épocas de incubação determinadas, em temperatura ambiente e o solo mantido úmido durante o período de incubação.

No plantio foi realizada adubação com 0,21 g vaso⁻¹ de uréia e 0,41 g vaso⁻¹ de cloreto de potássio, em todos os tratamentos, e 3,45 g vaso⁻¹ de superfosfato simples, somente no tratamento adicional (adubação mineral), sendo essas doses determinadas de acordo com a análise de solo e as recomendações de adubação para a cultura do milho (Sousa & Lobato, 2002).

Utilizou-se como planta indicadora o milho (Agromen-30A06). Foram semeadas oito sementes por vaso, deixando cinco plantas por vaso após desbaste. Os vasos foram irrigados em turnos de rega para manter uma condição ótima de umidade do solo.

As adubações de cobertura: nitrogenada (0,48 g vaso⁻¹ de uréia) e potássica (0,32 g vaso⁻¹ de cloreto de potássio) foram aplicadas aos dez dias após o plantio, em todos os tratamentos, segundo recomendação de Sousa & Lobato (2002).

Amostras de solo foram coletadas das parcelas antes do plantio (após as épocas de incubação) e aos 45 dias após a semeadura do milho. O solo foi retirado dos vasos com auxílio de uma colher, no centro do vaso, na profundidade de 0-5 cm e colocado em sacos plásticos etiquetados. Foi retirada de cada vaso a quantidade de 50 g vaso⁻¹ de solo.

O P disponível foi determinado pelo extrator Mehlich-1, na relação solo-extrator de 1:10; com cinco minutos de agitação e decantação pernoite (Embrapa, 1997) e determinado por colorimetria (Braga & Defelipo, 1974).

Aos 45 dias após o plantio, foi determinada a altura das plantas utilizando-se fita métrica. A parte aérea foi colhida, cortando-se as plantas rente ao solo e as raízes lavadas cuidadosamente em água corrente. Tanto a parte aérea das plantas, quanto as raízes foram secas em estufa com ventilação forçada de ar e temperatura de 65 °C, até peso constante e pesadas em balança de precisão para determinação da biomassa seca de folhas e colmos e biomassa seca das raízes.

As amostras da parte aérea foram moídas em moinho tipo Wiley, com malha de um mm, digeridas com uma mistura nítrico-perclórica e os teores de P nos extratos da digestão foram analisados por colorimetria (Silva, 1999).

Os dados experimentais foram submetidos a análises de variância e de regressão, por meio de processamento eletrônico de dados, pelo software SISVAR (Ferreira, 2000), cujas equações foram ajustadas às médias de altura das plantas, biomassa seca de folhas e colmos, raízes das plantas, teores de P na folha e teores de P no solo (P-ANTES e P-APÓS). Os gráficos foram elaborados com uso do aplicativo Sigma Plot, versão 7.0, da Jandel Scientific. Utilizou-se o teste Dunnett para comparar as médias do fatorial e contrastes com o tratamento adicional, com o auxílio do software GENES (Cruz, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa para o fator dose em todas as variáveis analisadas e em relação às épocas apenas a variável biomassa seca das raízes foi significativa (Tabela 1). O contraste fatorial *versus* tratamento adicional foi significativo para as variáveis: biomassa seca de folhas e colmos (BSFC), biomassa seca das raízes (BSR) e teores de fósforo no solo aos 45 dias após plantio (P-APÓS), significando que existe diferença entre pelo menos um tratamento e o adicional (adubação mineral).

Tabela 1. Resumo da análise de variância relativa às características: altura das plantas (ALT), biomassa seca de folhas e colmos (BSFC), biomassa seca das raízes (BSR), teores de P no solo antes do plantio (P-ANTES), teores de P no solo aos 45 dias após o plantio (P-APÓS) e teores de P na folha aos 45 dias após plantio (P-FOLHA).

FV	ALT	BSFC	BSR	P-ANTES	P-APÓS	P-FOLHA
Dose (D)	**	**	**	**	**	ns
Época (E)	Ns	ns	*	ns	ns	ns
D x E	Ns	ns	ns	ns	ns	ns
FAT x ADC	Ns	**	**	ns	*	ns
CV (%)	13,31	21,31	20,37	63,91	55,54	34,55

^{ns} não significativo; * e ** significativo a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F. FAT = fatorial e ADC = tratamento adicional.

Analisando a Tabela 1, observou-se que os resultados do coeficiente de variação (CV), para as variáveis P-ANTES e P-APÓS 45 dias do plantio foram elevados, ou seja, os

resultados demonstram a grande variabilidade dos teores de P, mas, este comportamento é aceitável para os resultados de análises químicas de solo. Lima & Oliveira (1998), acondicionaram em vasos quatro tipos de solos: Neossolo Quartzarênico hidromórfico, Neossolo Quartzarênico órtico, Organossolo e Chernossolo e avaliaram diferentes fontes de fósforo (superfosfato simples e ácido fosfórico). Após a aplicação dos tratamentos foram retiradas amostras dos solos dos vasos para análise dos teores de fósforo com diferentes métodos de extração, sendo encontrado CV de 41,79%, corroborando com os obtidos neste experimento.

O maior acúmulo de BSFC foi apresentado no tratamento adicional (adubação mineral) em comparação com os resultados dos fatoriais, das doses de raspa da suinocultura (Tabela 2). Esse resultado pode ser justificado pela capacidade de adsorção de P diminuir com o aumento da concentração deste elemento no solo, em decorrência da aplicação de fertilizante fosfatado mineral. Aumentos nos níveis de P disponível no solo em função de doses de fertilizante fosfatado foram também observados por Büll et al. (1998); Rosolem & Marcello (1998).

Tabela 2. Comparação dos resultados obtidos com a aplicação de doses de raspa de vala de suinocultura e o tratamento adicional (adubação mineral), para as características significativas pelo teste F: biomassa seca de folhas e colmos (BSFC), biomassa seca das raízes (BSR) e teores de P no solo aos 45 dias após plantio (P- APÓS)

DOSES (t ha ⁻¹)	BSFC (g vaso ⁻¹)	BSR (g vaso ⁻¹)	P-APÓS (mg dm ⁻³)
1	1,90	4,29	1,3*
2	2,87	4,91	1,74*
4	3,93	6,70	4,34
6	5,29	9,19*	7,35
8	5,44	9,26*	8,26
Adubação mineral	6,77	10,43	0,98

Médias contendo * não diferem do tratamento adicional (mineral) a 5% de probabilidade, pelo teste Dunnett

Cassol et al. (2001), estudando doses de superfosfato triplo, e milho (*Pennisetum glaucon*) como planta teste, em um solo classificado como Podzólico Vermelho-Escuro observaram no primeiro corte, realizado cinco dias após o plantio, incremento não significativo no rendimento da biomassa seca da parte aérea, em decorrência das doses de fósforo. Discordando dos resultados obtidos neste experimento, em que o tratamento adubação mineral foi superior 256, 136, 72, 28 e 24% em relação às doses de raspa de vala da suinocultura de 1, 2, 4, 6 e 8 t ha⁻¹, respectivamente.

Para BSR, destacou-se, também o tratamento adicional (adubação mineral), não diferindo estatisticamente dos tratamentos com 6 e 8 t ha⁻¹ de raspa de vala da suinocultura. O resíduo de raspa de vala pode disponibilizar os nutrientes necessários ao desenvolvimento da planta, obtendo rendimentos na produção semelhantes aos resultados alcançados com a adubação mineral, reduzindo os custos de adubação na agricultura (Tabela 2).

Gianello & Ernani (1983) aplicaram adubos orgânicos visando melhorar o rendimento de milho e observaram aumento do P extraível no solo, além de outros benefícios, como ativar os processos microbianos do solo. A matéria orgânica atua ainda como reguladora da temperatura do solo, retarda a fixação do P mineral e fornece produtos da decomposição orgânica que favorecem o desenvolvimento das plantas (Silva Júnior & Siqueira, 1997).

O tratamento adicional (adubação mineral) apresentou o menor teor de P-APÓS aos 45 dias do plantio, apesar dos maiores acúmulos de BSFC e BSR (Tabela 2). Possivelmente, as plantas no tratamento adicional, utilizaram o P disponível, disponibilizado pela adubação mineral, o que não ocorreu com a adubação orgânica (doses de raspa de vala da suinocultura), em que o P pode não estar disponível (P-não lábil) para as plantas durante seu desenvolvimento. A eficiência de resíduos orgânicos como fonte de fósforo pode ser diferente dos adubos fosfatados solúveis, pois parte do P contido nesses resíduos ocorre em formas sólidas, minerais ou orgânicas, que não se solubilizam ou mineralizam durante o período de absorção pelas plantas. Segundo Brito et al. (2005), embora certa fração da matéria orgânica dos esterco seja decomposta e liberada no período de um a dois anos, outra fração é transformada em húmus, que é mais estável. Sob essa forma orgânica (fração humificada), os elementos são liberados lentamente.

Sendo assim, segundo Bedin et al. (2003), a adubação com fosfatos de alta solubilidade no plantio pode ter eficiência reduzida, pois disponibiliza grande proporção do fósforo aplicado numa época em que a cultura ainda não tem alta capacidade de aproveitamento do nutriente (sistema radicular pouco desenvolvido) e, conseqüentemente, favorece os processos de adsorção ou precipitação (dreno-solo).

Por outro lado, o uso de fontes de fósforo que mantenham menor quantidade do nutriente na solução do solo pode levar à otimização do aproveitamento do P disponível no solo, por meio do incremento da eficiência de utilização pela planta. Desta forma a utilização, da raspa de vala da suinocultura assume importância em razão de disponibilizar o P gradualmente e por um período maior de tempo.

A utilização do P orgânico como fonte de P às plantas pode ser maximizada quando resíduos são lentamente decompostos, de forma a proporcionar sincronismo entre a disponibilidade de P e o crescimento da planta (Martinazzo et al., 2007).

O modelo quadrático foi o que melhor se ajustou aos resultados de altura de plantas, biomassa seca das folhas e colmos e biomassa seca das raízes (Figura 1). O ponto de máxima eficiência para altura das plantas foi na dose de 7,4 t ha⁻¹. Para biomassa seca de folhas e colmos e biomassa seca das raízes as máximas eficiências físicas foram obtidas acima da dose máxima utilizada de raspa de vala utilizada (10,0 e 10,93 t ha⁻¹, respectivamente).

Esses resultados mostram-se dependentes da relação entre as doses de raspa de vala da suinocultura e os teores de P no solo antes e após 45 dias do plantio (Figura 3). Com 8 t ha⁻¹ de raspa de vala da suinocultura, o teor P no solo estava adequado (9,95 mg dm⁻³), para o desenvolvimento das plantas de milho, segundo a interpretação de análise de solo de Sousa & Lobato (2002).

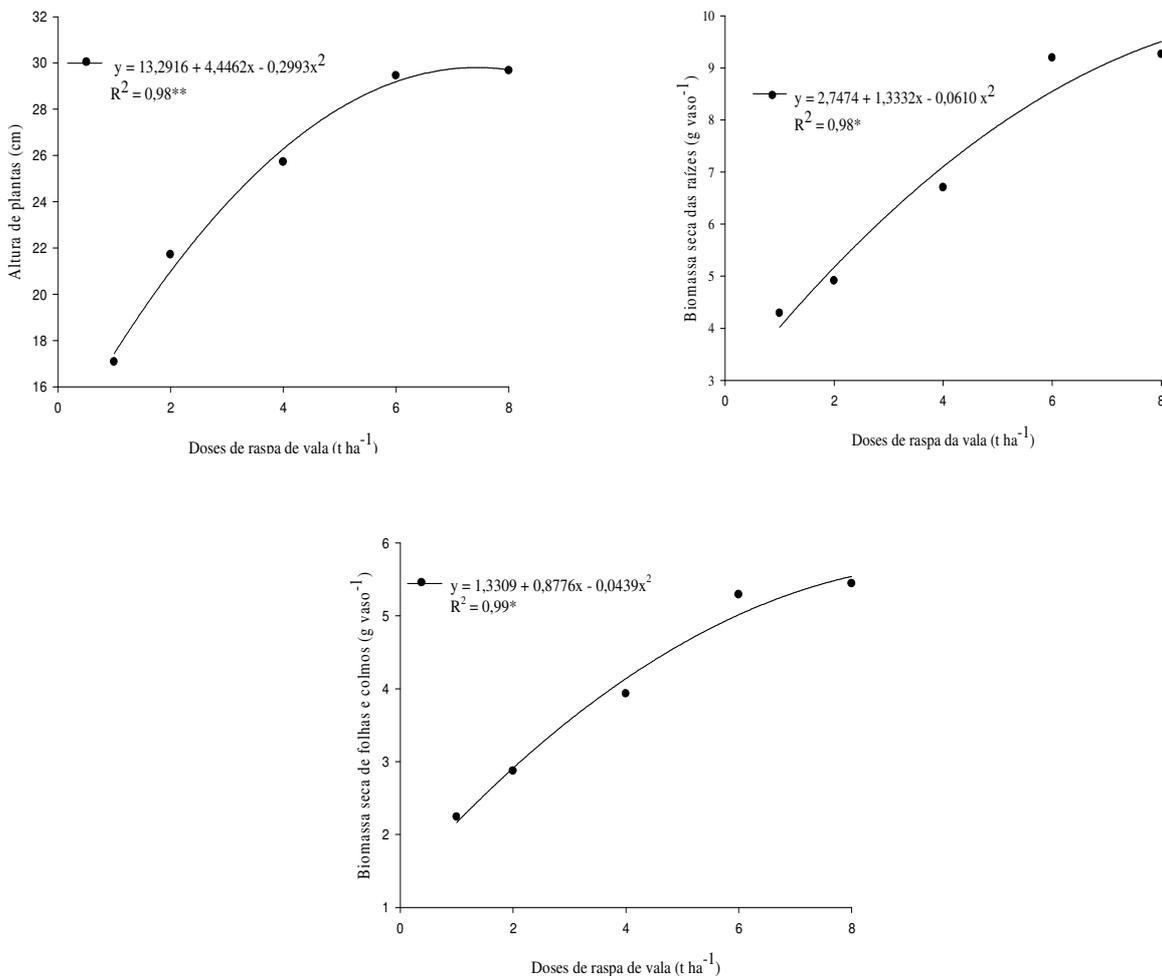


Figura 1. Altura das plantas, biomassa seca de folhas e colmos e biomassa seca das raízes de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes doses de raspa de vala da suinocultura (1, 2, 4, 6 e 8 t ha⁻¹). * e ** Significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Embora o excesso de fósforo possa não parecer um problema sério para as plantas, já que o consumo de luxo é transferido para polifosfato e outros fosfatos, sem afetar o crescimento (Raij, 1991). Doses acima de 8 t ha⁻¹ de raspa de vala, proporcionaram queda na altura das plantas, na biomassa seca das folhas e na biomassa seca das raízes, o que pode indicar que esta cultura é sensível a doses excessivas desse elemento. Alguns autores verificaram queda no rendimento em hortaliças em função de doses elevadas de fósforo (Vieira et al., 1998; Silva et al., 2001).

A equação exponencial decrescente foi a que melhor se ajustou para os resultados de produção de biomassa seca de folhas e colmos e biomassa seca das raízes em relação às épocas de incubação das doses de raspa de vala da suinocultura (Figura 2). Os ajustes evidenciaram uma tendência negativa com o aumento dos dias de incubação da raspa de vala da suinocultura, sendo que a maior produção de biomassa seca de folhas e colmos e biomassa seca das raízes foram obtidas com 0 dias de incubação (aplicação da raspa de vala no dia de plantio), enquanto que as menores produções ocorreram no maior tempo de incubação (30 dias de incubação) (Figura 2).

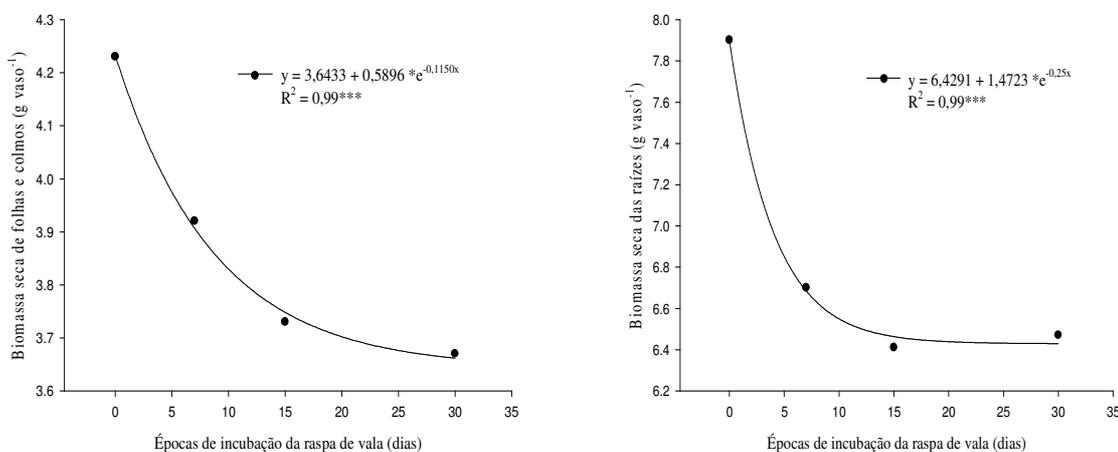


Figura 2. Biomassa seca de folhas e colmos e biomassa seca das raízes de milho após 45 dias do plantio, em função de diferentes épocas de incubação de raspa de vala da suinocultura (0, 7, 15 e 30 dias). *** Significativo a 10%.

Quando uma fonte de P é adicionada ao solo e incorporada reduz a eficiência de P, pois aumenta a área de contato de P com o solo, especialmente com as argilas, aumentando a adsorção de P (P-não lábil) com o tempo. A redução na eficiência do resíduo de raspa de vala sugere que somente as formas lábeis de fósforo no resíduo contribuíram para sua eficiência

fertilizante, no período imediato à aplicação no solo, pois, pode ocorrer imobilização temporária de fósforo na biomassa microbiana (Cassol et al., 2001).

O P incluso em compostos orgânicos também não é imediatamente aproveitável pela plantas. Entretanto, parte deste fósforo poderá ser mineralizada durante o período de cultivo e, assim, ficar disponível às plantas (Cassol et al., 2001).

Os teores de P-ANTES e P-APÓS 45 dias do plantio no solo aumentaram em função dos níveis de adubação com a raspa de vala da suinocultura, de maneira linear e crescente (Figura 3). Tal resultado era esperado, uma vez que o resíduo orgânico utilizado continha quantidades razoáveis de P. Os aumentos nos teores de P no solo foram de 166 e 137 vezes maiores, em 8 t ha^{-1} , para P-ANTES e P-APÓS, respectivamente, em relação ao teor inicial do solo ($0,06 \text{ mg dm}^{-3}$), visto que a maioria dos solos brasileiros apresenta disponibilidade de fósforo naturalmente baixa, potencializada pela acidez (Durigon et al., 2002).

Os teores de P-ANTES e P-APÓS 45 dias do plantio foram influenciados pelos tratamentos de raspa de vala (Figura 3). Houve aumento linear crescente com o incremento das doses de raspa de vala. Acredita-se que manutenção do P em formas orgânicas conduz a sistemas de maior sustentabilidade, pois elas retardam o processo de adsorção de P com alta energia (Martinazzo et al., 2007).

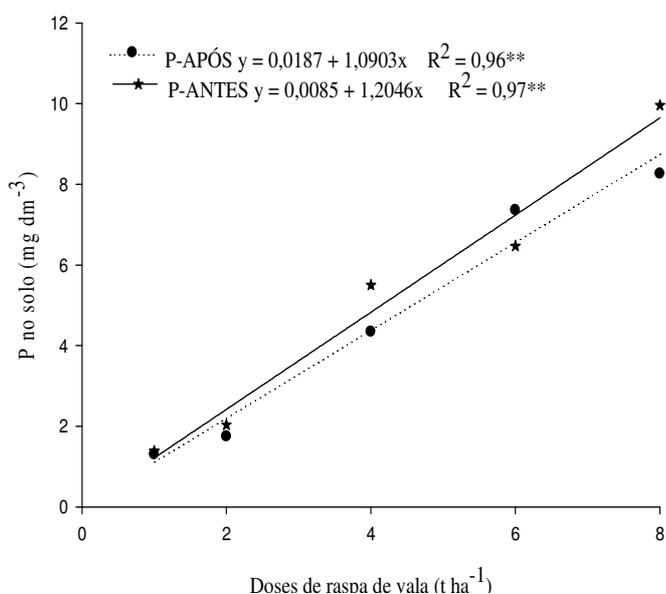


Figura 3. Teores de P no solo antes e após 45 dias do plantio do milho, em função de diferentes doses de raspa de vala da suinocultura ($1, 2, 4, 6$ e 8 t ha^{-1}). ** Significativo a 1%.

Os teores de P-FOLHA apresentaram teores médios de 0,07 dag kg⁻¹, sem efeito significativo dos tratamentos. Os aumentos significativos nos teores de P-ANTES e P-APÓS no solo apresentados na Figura 3, não foram refletidos nos teores de P-FOLHA, podendo o extrator Mehlich-1 ter superestimado os teores de P disponível no solo.

De modo geral, os extratores ácidos têm sido comumente utilizados em laboratório de análises de solos, pelas facilidades operacionais que apresentam. Entretanto, o uso de métodos dissolutivos da fração sólida do solo, em determinados casos, pode conduzir a estimativas inadequadas da avaliação do P disponível às plantas (Anghinoni & Volkweiss, 1984).

4. CONCLUSÕES

A adubação mineral é superior as diferentes doses de raspa de vala, em relação à produção de biomassa seca de folhas e colmos e das raízes de milho aos 45 dias de cultivo.

A produção de biomassa seca de folhas e colmos e produção de biomassa seca das raízes decrescem com o aumento dos dias de incubação da raspa de vala da suinocultura no solo.

Os resultados sugerem que a partir da dose de 8 t ha⁻¹ as plantas de milho atingem a máxima eficiência em relação à altura de plantas, produção de biomassa seca de folhas e colmos e produção de biomassa seca das raízes.

Os teores de P no solo antes e após 45 dias do plantio apresentam aumentos crescentes com o incremento das doses de raspa de vala, não sendo refletidos nos teores de P na folha.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGHINONI, I.; VOLKWEISS, S.J. Recomendações de uso de fertilizantes no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1., 1994, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa-DEP, 1994, p.179-204.

ARAÚJO, I.B.; FURTINI NETO, A.E.; RESENDE, A.V.; ALVES, V.M.C.; MENDES, B.R. Fontes e modos de aplicação de fósforo na produção e nutrição mineral do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.2, p.250-264, 2004.

BEDIN, I.; RESENDE, A.V.; FURTINI NETO, A.E.; MENDONÇA, L.A.; VILELA, L.C.S. Fontes de fósforo e crescimento do milho em solos com diferentes capacidades tampão de fosfato. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, Edição Especial, p.1522-1531, 2003.

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, v.113, n.1, p. 73-85, 1974.

BRITO, O.R.; VENDRAME, P.R.S.; BRITO, R.M. Alterações das propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distroférrico submetido a tratamentos com resíduos orgânicos. **Semina**, v.26, n.1, p.33-40, 2005.

BÜLL, L.T.; FORLI, F.; TECCHIO, M.A.; CORRÊA, J.C. Relação entre fósforo extraído por resina e resposta da cultura do alho vernalizado à adubação fosfatada em cinco solos com e sem adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.459-470, 1998.

CASSOL, P.C.; GIANELLO, C.; COSTA, V.E.U. Frações de fósforo em estrumes e sua eficiência como adubo fosfatado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.3, p.635-644, 2001.

CERETTA, C.A.; DURIGON, R.; BASSO, C.J.; BARCELLOS, L.A.R.; VIEIRA, F.C.B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.6, p.729-735, 2003.

CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; PAVINATO, P.S.; TRENTIN, E.E.; GIROTTO, E. Produtividade de grãos de milho, produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio na rotação aveia preta/milho/nabo forrageiro com aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.6, p.1287-1295, 2005.

CRUZ, C.D. Programa GENES: Aplicativo com potencial em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648p.

DURIGON, R.; CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; BARCELLOS, L.A.R.; PAVINATO, P.S. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, n.4, p.983-992, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 2 ed. 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Produção de Informação, 1997. 212p. (Documentos, 1).

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In...45a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258.

GIANELLO, C.; ERNANI, P.R. Rendimento de matéria seca de milho e alterações na composição química do solo pela incorporação de quantidades crescentes de cama de frango, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.7, p.285-290, 1983.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário. 2006. **Efetivo de suínos por região**. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: 29 dez. 2007.

LIMA, A.O.; OLIVEIRA, M. Fósforo assimilável em solos representativos no estado do Rio Grande do Norte. **Caatinga**, v.11, n.1, p.65-70, 1998.

MARTINAZZO, R.; SANTOS, D.R.; GATIBONI, L.C.; BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J. Fósforo microbiano do solo sob sistema plantio direto em resposta à adição de fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.563-570, 2007.

RAIJ, B.VAN. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991. 343p.

RODRIGUES, E.T.; SUMIOKA, A.T. Produção de cará em função de fontes orgânicas de adubação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.4, p.822-828, 2003.

ROSOLEM, C.A.; MARCELLO, C.S. Crescimento radicular e nutrição mineral da soja em função da calagem e da adubação fosfatada. **Scientia Agrícola**, v.55. p.448-455, 1998.

SILVA, E.C.; MIRANDA, J.R.P.; ALVARENGA, M.A.R. Concentração de nutrientes e produção do tomateiro podado e adensado em função do uso de fósforo, de gesso e de fontes de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v.19, n.1, p.64-69, 2001.

SILVA, F.C. (organizador). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa solos. Brasília, 1999. 370p.

SILVA JÚNIOR, J.P.; SIQUEIRA, J.O. Aplicação de formononetina sintética ao solo como estimulante da formação de micorriza no milho e na soja. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.9, n.1, p.35-41, 1997.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 416 p.

SOUSA, D.M.G.; VOLKWEISS, S.J. Efeito residual do superfosfato triplo aplicado em pó e em grânulos no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.11, n.2, p.141-146, 1987.

VIEIRA, M.C.; CASALLI, V.W.D.; CARDOSO, A.A.; MOSQUIM, P.R. Crescimento e produção de mandioquinha-salsa em função da adubação fosfatada e utilização de cama de aviário. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.16, n.1, p.68-73, 1998.

CAPÍTULO 2

DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO E DISPONIBILIDADE DE P SOB INFLUÊNCIA DE DOSES E ÉPOCAS DE INCUBAÇÃO DE CAMA DE FRANGO NA REGIÃO DE RIO VERDE-GO

RESUMO

O desenvolvimento das explorações avícolas, particularmente no setor de frango de corte, trouxe a possibilidade de aproveitamento da cama de frango para outras atividades, como fonte de nutrientes para agricultura. O objetivo deste experimento foi avaliar o efeito de doses e épocas de incubação de cama de frango no desenvolvimento inicial de plantas de milho e na disponibilidade de teores de P no solo e na planta. O experimento foi instalado em casa de vegetação, na Fesurv - Universidade de Rio Verde, de novembro/2007 a janeiro/2008. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial $5 \times 4 + 1$, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de doses de cama de frango (15,22; 30,44; 60,88; 91,32 e 121,76 g vaso⁻¹, correspondendo a 4; 7; 14; 21 e 28 t ha⁻¹, respectivamente), as épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias antes do plantio) e mais um adicional (adubação mineral). Antes e após 45 dias do plantio do milho foram retiradas amostras de solo para determinação dos teores de P disponíveis (Mehlich-1). Aos 45 dias após o plantio foram avaliadas as seguintes características: altura das plantas, biomassa seca de folhas e colmos, biomassa seca das raízes e teores de P na folha. As doses de cama de frango são superiores à adubação mineral em todas as características avaliadas. Com a dose 21 t ha⁻¹ de cama de frango e 30 dias de incubação de cama de frango obtêm-se as maiores alturas das plantas, maiores produções de biomassa seca de folhas e colmos e das raízes e maiores teores de P no solo e na folha.

Palavras-chave: esterco, incubação e fertilizante fosfatado.

**INITIAL DEVELOPMENT OF CORN AND AVAILABILITY OF P UNDER
INFLUENCE OF DAYS OF INCUBATION AND RATES OF
CHICKEN LITTER IN RIO VERDE - GO**

ABSTRACT

The development of poultry farm explorations, especially in sector of broilers, brings the possibility to take advantage of chicken litter in other activities as a nutrients source in agriculture. The purpose of this experiment is to value the effect of rates and periods of incubation of chicken litter in the initial development of corn plant and in the availability levels of P in the plant. The experiment was installed in greenhouse, in Fesurv, Rio Verde University, from November, 2007 to January, 2008. The used design was randomized blocks in a factorial scheme $5 \times 4 + 1$, with four repetitions. The treatments consisted of rates of chicken litter (15,22; 30,44; 60,88; 91,32 and 121,76 g pot⁻¹, equivalent to 4; 7; 14; 21 and 28 Mg ha⁻¹, respectively), periods of incubation (0, 7, 15 and 30 days before the seedling) and more one additional (mineral fertilizer). Before and after 45 days from planting of corn samples of soil were taken for determination of available levels of P (Mehlich-1). After 45 days of planting the following characteristics were valued: height of plants, dry biomass of leaves and stems, dry biomass of roots and leaves of P in the leaf. The rates of chicken litter are greater than mineral fertilizer in all valued characteristics. With rates 21 Mg ha⁻¹ of chicken litter and 30 days of incubation of chicken litter it were gotten the biggest height of the plants, the greatest productions of dry biomass of leaves and stems and of the roots and greatest levels of P in the soil and the leaf.

Keywords: manure, incubation and phosphate fertilizer.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, como grande produtor de carne de aves, optou pela adoção de sistemas de produção baseados em confinamentos de animais, e isso contribuiu para a geração de grandes quantidades de cama de frango.

A cama de frango é uma mistura de substrato utilizada na forração dos pisos dos galpões, de fezes, de penas e restos de ração. A cama é produzida após vários ciclos de produção de aves (frango, chesler, peru), sendo normalmente reutilizada por 4 a 6 vezes. Entre os ciclos de produção das aves é realizada a redução de carga microbiana, geralmente aplicando-se hidróxido de cal (CaO) ou cal virgem incorporado da cama. Os substratos mais utilizados na forração dos pisos dos galpões são subprodutos industriais ou restos de culturas agrícolas, como: maravalha; resíduos de beneficiamento industrial da madeira; sabugo de milho triturado; casca de arroz; palhadas de culturas em geral; fenos de gramíneas e cascas de amendoim (Hahn, 2004).

O desenvolvimento das explorações avícolas, particularmente no setor de frango de corte, trouxe a possibilidade de aproveitamento da cama de frango para outras atividades, como fonte de nutrientes para agricultura.

Para abastecer as empresas produtoras de carnes são abatidas diariamente em Rio Verde, GO, aproximadamente 420 mil cabeças de frangos. Segundo a Perdigão Agroindustrial S.A.¹, Rio Verde possui um rebanho de 25.000 animais por instalação, com um total de 844 instalações e de cada instalação são produzidas 170 t ano⁻¹ de cama de frango.

Devido ao grande volume e quantidade de resíduos orgânicos gerados na produção de frangos de corte e a grande quantidade de nutrientes existentes em sua constituição, o uso da cama de frango como fertilizante tornou-se uma realidade.

Fioreze & Ceretta (2006), avaliando a eficiência de resíduos orgânicos, concluíram que a cama de frango mostrou-se melhor fonte de nutrientes às plantas do que a cama de suínos. Os autores verificaram que a adubação com cama de frango apresentou teores mais elevados de N, P e K de 112, 24 e 87 %, respectivamente, em relação à cama de suínos. Gianello & Ernani (1983), também estudando doses crescentes de cama de frango, verificaram aumento dos teores de fósforo extraível com o aumento das doses do referido esterco.

¹

Os resíduos orgânicos poderiam ser utilizados para melhorar as propriedades físicas e químicas do solo e, conseqüentemente, a produtividade de algumas culturas, tal como a do milho. Isso porque a matéria orgânica ativa os processos microbianos do solo, fomentando, simultaneamente, uma melhoria na sua estrutura, aeração e capacidade de retenção de água do solo. Os resíduos atuam ainda como reguladores da temperatura do solo e retardam ou reduzem a fixação do fósforo mineral, elemento cuja falta limita mais freqüentemente a produção das culturas (Silva Júnior & Siqueira, 1997), principalmente em solos do cerrado.

Apesar do alto poder de fixação de fósforo pelos óxidos de ferro e alumínio, na medida em que estes elementos interagem com compostos orgânicos, pode resultar em redução expressiva dos sítios de fixação (Schwertmann et al., 1986). Em solos tropicais, qualquer manejo que aumente a absorção e utilização do P pelas plantas é importante para a agricultura.

Avaliar o efeito da cama de frango na disponibilidade de P constitui conhecimento básico e pode gerar informação útil para melhor manejo da adubação fosfatada nos solos do cerrado. Portanto o objetivo deste experimento foi o de avaliar o efeito de doses e épocas de incubação da cama de frango no desenvolvimento inicial de plantas de milho e disponibilidade de fósforo no solo e na planta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação, na Fesurv - Universidade de Rio Verde, de novembro/2007 a janeiro/2008, utilizando um Latossolo Vermelho distroférico (Embrapa, 2006).

Os vasos utilizados, com capacidade de oito dm^3 , continham 8,7 kg de solo. Foi extraída uma amostra do solo para processamento analítico, cujos resultados foram os seguintes: $\text{pH} (\text{CaCl}_2) = 5,1$, $\text{Ca} = 0,42 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{Mg} = 0,20 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{Al} = 0,01 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{P} (\text{Mel}) = 0,03 \text{ mg dm}^{-3}$, $\text{K} = 19 \text{ mg dm}^{-3}$, $\text{H} + \text{Al} = 2,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{CTC} = 3,22 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, matéria orgânica = $8,95 \text{ g kg}^{-1}$, argila = 460 g kg^{-1} , silte = 70 g kg^{-1} , areia = 470 g kg^{-1} , $V = 20,58\%$, $m = 1,49\%$.

O solo foi peneirado, para separação de torrões, raízes e palha. Fez-se a calagem com calcário dolomítico, $5,7 \text{ g vaso}^{-1}$, para elevação de saturação de bases para 60%. Após a

incorporação do calcário, o solo foi mantido úmido e incubado por 15 dias antes da aplicação dos tratamentos.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial $5 \times 4 + 1$, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de doses de cama de frango (15,22; 30,44; 60,88; 91,32 e 121,76 g vaso⁻¹, correspondendo a 4; 7; 14; 21 e 28 t ha⁻¹, respectivamente), as épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias) e mais um adicional (adubação mineral).

As doses de cama de frango foram determinadas de acordo com a necessidade do solo para P, conforme as exigências nutricionais da cultura do milho, segundo recomendações de Sousa & Lobato (2002). A dose considerada adequada, para as necessidades do solo e da planta de milho foi de 244 kg ha⁻¹ de P₂O₅, correspondente a dose de 14 t ha⁻¹ de cama de frango.

A cama de frango utilizada foi originada de quatro lotes: 1º lote, criação de fêmea pesada (57 dias), 2º lote, criação de macho pesado (43 dias), 3º lote, criação de chester (55 dias) e 4º lote, criação de chester (55 dias). Após a retirada das aves, em cada lote, 1º, 2º e 3º a cama foi tratada com óxido de cálcio (400 kg por galpão de 1600 m²) e após a retirada das aves do 4º lote, a cama de frango foi umedecida e coberta com lona preta para fermentação por 15 dias.

Desta cama de frango foi retirada uma amostra para análise química, apresentando as seguintes características: N = 47,3 kg t⁻¹, P = 13,0 kg t⁻¹, K = 16,9 kg t⁻¹, Ca = 17,6 kg t⁻¹, Mg = 4,8 kg t⁻¹.

Precedendo o plantio do milho, foi realizada adubação com 0,29 g vaso⁻¹ de uréia e 0,62 g vaso⁻¹ de cloreto de potássio em todos os tratamentos e somente no tratamento adicional (adubação mineral) aplicou-se também superfosfato simples, 5,9 g vaso⁻¹, conforme recomendação de Sousa & Lobato (2002).

No plantio do milho (Agromen-30A06), foram semeadas oito sementes e aos sete dias após a germinação foi realizado o desbaste, deixando-se cinco plantas por vaso.

A adubação de cobertura foi realizada aos dez dias após a germinação, aplicando-se 0,68 g vaso⁻¹ de uréia e 0,22 g vaso⁻¹ de cloreto de potássio, segundo recomendações de Sousa & Lobato (2002).

Amostras de solo foram coletadas das parcelas antes do plantio (após as épocas de incubação dos resíduos no solo) e aos 45 dias após a semeadura do milho. O solo foi retirado no centro dos vasos com auxílio de uma colher, na profundidade de 0-5 cm e colocado em sacos plásticos etiquetados. Foi retirada de cada vaso a quantidade de 50 g vaso⁻¹ de solo.

Das amostras de solo foi determinado o teor de P disponível (Mehlich-1), na relação solo-extrator de 1:10; com cinco minutos de agitação e decantação pernoite (Embrapa, 1997), determinado por colorimetria (Braga & Defelipo, 1974).

Aos 45 dias após o plantio, foram avaliadas as seguintes características: altura das plantas (cm), obtida pela média das plantas por vaso, medida com fita métrica, do colo até a parte apical de cada planta. Também foram avaliadas a biomassa seca das folhas e colmos e das raízes (g vaso⁻¹), avaliadas após serem lavadas, secas em estufa com circulação forçada de ar e temperatura de 65 °C até peso constante e pesadas em balança de precisão.

Amostras da parte aérea das plantas foram moídas em moinho tipo Wiley, com malha de 1 mm, digeridas com uma mistura nítrico-perclórica e os teores de P nos extratos da digestão foram analisados por colorimetria, segundo metodologia de Silva (1999).

As análises estatísticas para as características avaliadas foram realizadas com o aplicativo software SISVAR (Ferreira, 2000). Os gráficos foram elaborados com uso do aplicativo Sigma Plot, versão 7.0, da Jandel Scientific. O contraste das médias do fatorial com o tratamento adicional foi efetuado pelo software GENES (Cruz, 2001). Quando houve significância para os fatores avaliados foram ajustadas equações de regressão lineares e quadráticas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 encontra-se o resumo da análise de variância das características avaliadas e os coeficientes de variação. Observou-se que os efeitos foram significativos para: altura das plantas (ALT), biomassa seca de folhas e colmos (BSFC), biomassa seca das raízes (BSR), teores de fósforo antes do plantio (P-ANTES), teores de fósforo após 45 dias do plantio (P-APÓS) e teores de fósforo na folha aos 45 dias após o plantio (P-FOLHA), em função das doses e épocas de incubação de cama de frango. Também foram observadas interações significativas para todas as características avaliadas. Em relação ao contraste fatorial *versus* adicional, houve efeito significativo para todas as características, com exceção de BSFC.

Tabela 3. Resumo da análise de variância relativa às características: altura das plantas (ALT), biomassa seca de folhas e colmos (BSFC), biomassa seca das raízes (BSR), teores de P no solo antes do plantio (P-ANTES), teores de P no solo 45 dias após o plantio (P-APÓS) e teores de P na folha 45 dias após o plantio (P-FOLHA)

FV	ALT	BSFC	BSR	P-ANTES	P-APÓS	P-FOLHA
Dose	*	*	*	*	*	*
Época	*	*	*	*	*	*
D x E	*	*	*	*	*	*
Fat vs Adc	*	ns	*	*	*	ns
CV (%)	2,75	4,78	11,80	7,63	12,95	5,63

^{ns} não significativo e * significativo a 5%, pelo teste F.

Pelo contraste verificou-se que o tratamento com aplicação de 21 t ha⁻¹ de cama de frango apresentou as maiores médias para ALT, P-ANTES e P-APÓS, em relação ao tratamento mineral, com exceção da característica BSR (Tabela 4). Essa performance obtida com as doses de cama de frango, provavelmente decorreu do acentuado efeito da matéria orgânica, melhorando as propriedades do solo, resultando no maior crescimento e desenvolvimento das plantas de milho, visto que a maioria dos solos brasileiros apresenta disponibilidade de fósforo naturalmente baixa, potencializada pela acidez (Durigon et al., 2002).

Tabela 4. Comparação dos resultados obtidos com a aplicação de doses de cama de frango e o tratamento adicional (adubação mineral), para as características significativas pelo teste F: altura das plantas (ALT), biomassa seca das raízes (BSR), teores de P no solo antes do plantio (P-ANTES) e teores de P no solo após 45 dias do plantio (P-APÓS)

DOSES (t ha ⁻¹)	ALT (cm)	BSR (g vaso ⁻¹)	P-ANTES (mg dm ⁻³)	P-APÓS (mg dm ⁻³)
4	66,91*	5,95	0,65	0,29
7	84,85	6,26	1,08	0,84
14	86,54	4,95	2,23	1,90*
21	95,11	6,74	4,92	8,38
28	89,29	5,04	8,70	6,71
Adubação mineral	67,5	11,57	4,42	1,56

Médias contendo * não diferem do tratamento adicional (químico) a 5% de probabilidade, pelo teste Dunnett.

A cama de frango incorporada ao solo deve ter fornecido maior quantidade de nutrientes que favoreceram o crescimento e o desenvolvimento das plantas em decorrência do aumento da atividade dos processos microbianos no solo (Silva Júnior & Siqueira, 1997).

Segundo Kiehl (1985), os adubos orgânicos aplicados no solo, geralmente, em doses adequadas, proporcionam resposta positiva sobre a produção das culturas, chegando a igualarem ou até superarem os efeitos dos fertilizantes químicos.

O tratamento com adubação mineral pode ter apresentado resultado superior nas médias da característica BSR, em relação às doses de cama de frango (Tabela 4), por ser vantajoso para a planta ter um sistema radicular com maior número de raízes, quando há uma condição de baixa disponibilidade de fósforo. Modificações no crescimento e arquitetura de raízes têm sido apontadas como uma importante resposta à deficiência de fósforo no meio (Raghothama, 1999).

A resposta das alturas das plantas de milho nas diferentes épocas de incubação em função das doses de cama de frango foi quadrática (Figura 4 e Tabela 5). As maiores alturas das plantas foram obtidas após 30 dias de incubação, com a aplicação de 19,83 t ha⁻¹ (115,4 cm). Utilizando doses maiores de cama de frango houve diminuição nas alturas das plantas.

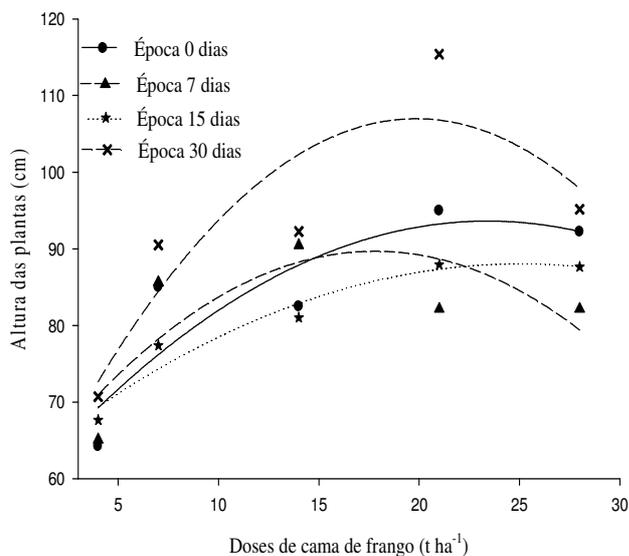


Figura 4. Altura das plantas de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).

Tabela 5. Coeficientes da equação de regressão, $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, para altura das plantas de milho, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango

Épocas de incubação (dias)	Coeficiente da equação de regressão			
	b0	b1	b2	R ²
0	58,5796	3,0123	-0,0647	0,74**
7	58,5411	3,5018	-0,0985	0,60**
15	61,6555	2,1052	-0,0420	0,94**
30	53,1292	5,4297	-0,1369	0,77**

** significativo a 1%.

Os adubos orgânicos em doses elevadas tornam-se prejudiciais às culturas (Kiehl, 1985), conforme observado neste experimento. Mas, há um consenso sobre os efeitos positivos da adubação orgânica. Para a cultura da alface, Cordeiro et al. (1997) detectaram as maiores produções com aumento da adubação orgânica e da adubação mineral. No cultivo do melão, maiores produtividades foram obtidas com emprego de 20 e 30 m³ ha⁻¹ de composto orgânico e 50% da adubação mineral recomendada para a cultura (Rocha et al., 1998). Estudando a adubação do alho, Costa et al. (1999), obtiveram maior produção total e comercial de bulbos com esterco bovino na presença e na ausência de adubo mineral.

Os resultados das alturas das plantas de milho, nas diferentes doses de cama de frango, em função das épocas de incubação da cama no solo são apresentados na Figura 5 e Tabela 6. Na dose de 21 t ha⁻¹ de cama de frango foram apresentadas as maiores alturas de plantas (115,4 cm). Houve decréscimo nas alturas das plantas até 10 dias de incubação, após esta época, as alturas das plantas foram maiores com o aumento dos dias de incubação.

O aumento nas alturas das plantas com a ampliação dos dias de incubação está relacionado à disponibilidade de nutrientes no solo, indicando que a decomposição do esterco acontece de forma mais lenta. Esses resultados dão suporte à hipótese de que a incorporação de esterco, apesar de adicionar mais nutrientes ao solo, não necessariamente leva à maior disponibilidade de nutrientes para as plantas durante o ciclo de cultivo (Silva & Menezes, 2007).

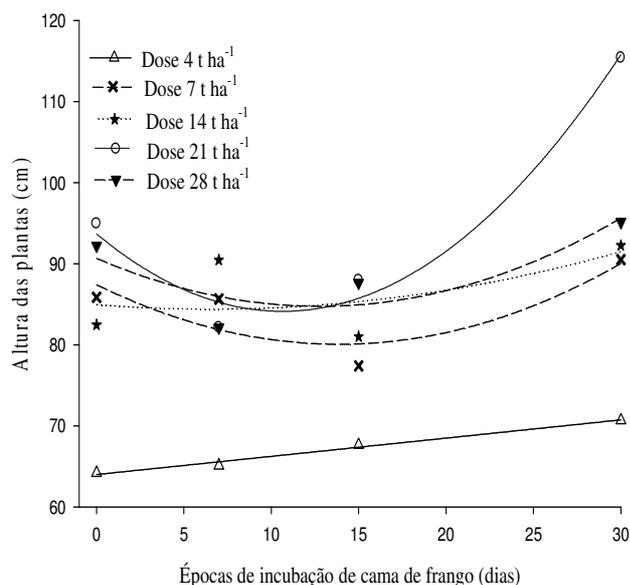


Figura 5. Altura das plantas de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias) nas diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha⁻¹).

Tabela 6. Coeficientes da equação de regressão, $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, para altura das plantas de milho, em diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação

Doses de cama de frango (t ha ⁻¹)	Coeficiente da equação de regressão			
	b0	b1	b2	R ²
4	63,9889	0,2249		0,98**
7	87,4002	-1,0592	0,0382	0,72**
14	84,9361	-0,1663	0,0128	0,34**
21	93,6842	-1,7966	0,0844	0,77**
28	90,6493	-0,9275	0,0364	0,74**

** significativo a 1%.

A produção de biomassa seca de folhas e colmos de milho nas diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango ocorreu de forma quadrática. O máximo acúmulo de biomassa seca foi com a dose de 21,28 t ha⁻¹ de cama de frango com 30 dias de incubação (Figura 6 e Tabela 7).

No presente experimento, provavelmente onde se adicionou maior quantidade de matéria orgânica, ocorreu imobilização temporária dos nutrientes. Nas doses menores, os microrganismos consumiram a maior parte da matéria orgânica presente no solo, disponibilizando pequenas quantidades de nutrientes para as plantas.

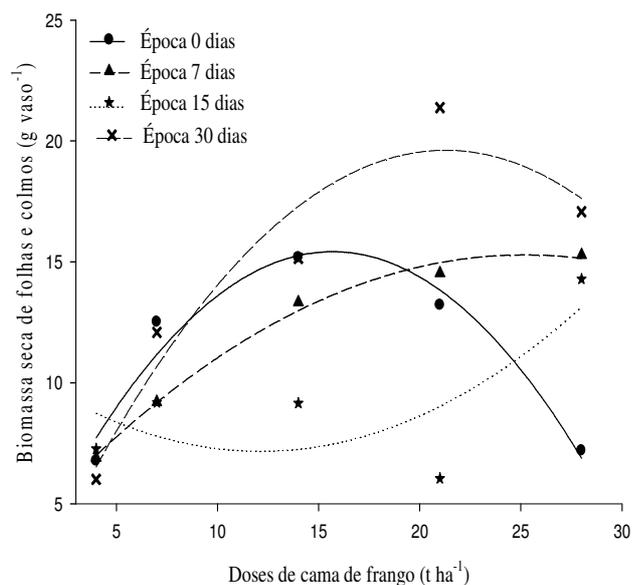


Figura 6. Biomassa seca de folhas e colmos de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).

Tabela 7. Coeficientes da equação de regressão, $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, para biomassa seca de folhas e colmos de milho, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango

Épocas de incubação (dias)	Coeficiente da equação de regressão			
	b0	b1	b2	R ²
0	1,5595	1,7673	-0,0563	0,94**
7	3,5713	0,9320	-0,0185	0,99**
15	10,6627	-0,9320	0,0237	0,54**
30	0,2515	1,8687	-0,0439	0,92**

** significativo a 1%.

A decomposição da matéria orgânica nos solos tropicais de climas úmidos ocorre rapidamente, sendo que uma redução excessiva no seu teor afetará negativamente as funções químicas, físicas e biológicas deste solo, redundando em diminuição na produtividade das culturas (Malavolta et al., 2002).

O acúmulo de biomassa seca de folhas e colmos, nas diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação de cama de frango, foi máximo com a dose de 21 t ha⁻¹, com 21,38 g vaso⁻¹ (Figura 7 e Tabela 8). Nesta dose, houve decréscimo na produção de biomassa até 12 dias de incubação de cama de frango, aumentando a partir desses dias de incubação.

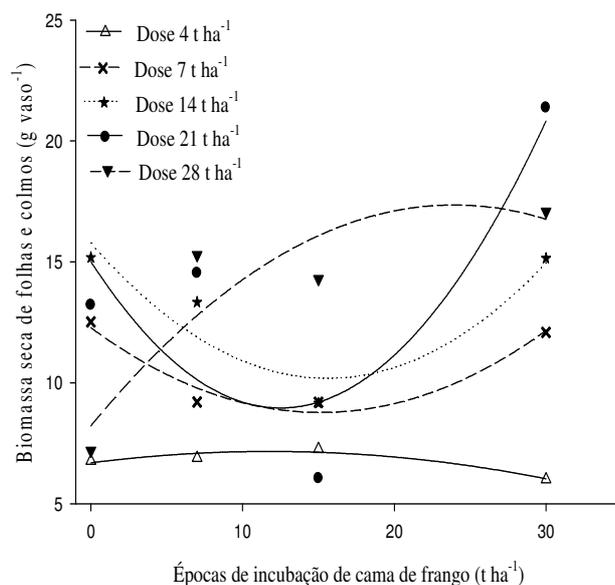


Figura 7. Biomassa seca de folhas e colmos de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias) nas diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha⁻¹).

Tabela 8. Coeficientes da equação de regressão, $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, para biomassa seca de folhas e colmos de milho, em diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação

Doses de cama de frango (t ha ⁻¹)	Coeficiente da equação de regressão			
	b0	b1	b2	R ²
4	6,6964	0,0805	-0,0034	0,98**
7	12,2828	-0,4629	0,0153	0,72**
14	15,7793	-0,7167	0,0230	0,85**
21	15,0188	-0,9686	0,0387	0,72**
28	8,2226	0,7639	-0,0160	0,81**

** significativo a 1%.

Os resíduos orgânicos suprem as necessidades de macro e micronutrientes das culturas de forma equilibrada, uma vez que maiores produtividades de diversas hortaliças foram obtidas com doses intermediárias de nutrientes do que com as maiores doses utilizadas (Silva Júnior, 1987; Marchesini et al. 1988).

Na Figura 8 e Tabela 9, a produção biomassa seca das raízes de milho, em função de diferentes doses de cama de frango conforme as épocas de incubação seguiram o mesmo padrão de acumulo de biomassa seca de folhas e colmos de milho (Figura 6 e Tabela 7). A quantidade máxima de biomassa seca das raízes foi atingida após 15 dias de incubação da cama de frango no solo, com a dose de 19,6 t ha⁻¹ de cama de frango (8,4 g vaso⁻¹).

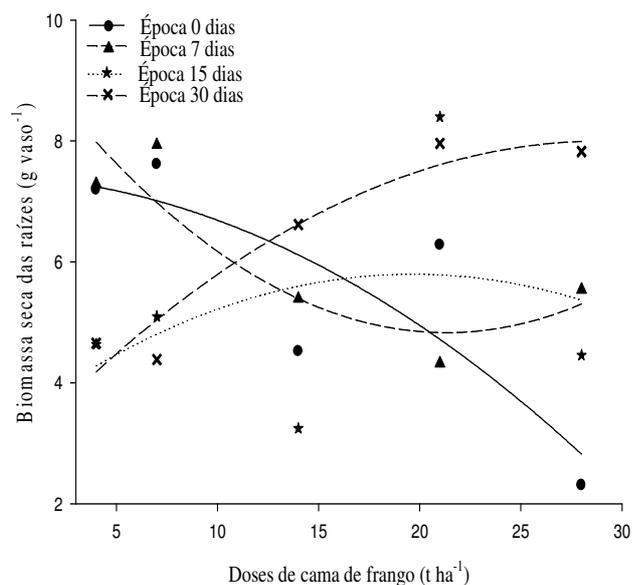


Figura 8. Biomassa seca das raízes de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).

Tabela 9. Coeficientes da equação de regressão, $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, para biomassa seca das raízes de milho, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango

Épocas de incubação (dias)	Coeficiente da equação de regressão			
	b0	b1	b2	R ²
0	7,4087	-0,0206	-0,0051	0,70**
7	9,6080	-0,4487	0,0105	0,80**
15	3,4097	0,2430	-0,0062	0,10**
30	2,8633	0,3541	-0,0061	0,92**

** significativo a 1%.

O esterco de aves pode elevar a capacidade de troca de cátions e a disponibilidade de nutrientes para as plantas (Scherer et al., 1986), estando de acordo com os resultados obtidos neste estudo. Segundo Epstein et al. (1976), a cama de frango pode também atuar como condicionador do solo e melhorar as propriedades físicas, resultando em qualidade estrutural favorável à emergência de plântulas, desenvolvimento radicular, aeração, infiltração e movimento de água no perfil do solo.

Para a produção de biomassa seca das raízes de milho houve resposta variada em função das doses de cama de frango ao se considerarem os resultados de todas as épocas de incubação (Figura 9 e Tabela 10). Nas menores doses, as maiores produções de biomassa seca das raízes ocorreram nas menores épocas de incubação, após 7 dias de incubação. E nas

maiores doses, as maiores produções de biomassa seca das raízes foram atingidas nas maiores épocas de incubação da cama de frango no solo, após 15 dias.

O conteúdo de matéria orgânica dos resíduos orgânicos merece atenção especial, pois varia, dependendo do manejo de solo e dos resíduos animais utilizados (Brito et al., 2005). Para Igue (1984); Raij (1991), o efeito favorável da matéria orgânica nas características dos solos está relacionado à agregação das partículas e à estabilização dos agregados, o que resulta em maior porosidade, aeração e retenção de água. Ao mesmo tempo contribui para o fornecimento de nutrientes para as plantas.

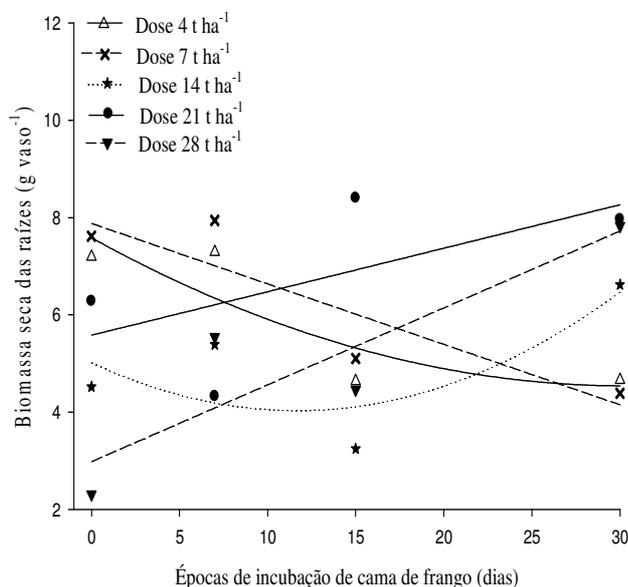


Figura 9. Biomassa seca das raízes de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias) nas diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha⁻¹).

Tabela 10. Coeficientes da equação de regressão, $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, para biomassa seca das raízes de milho, em diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação

Doses de cama de frango (t ha ⁻¹)	Coeficiente da equação de regressão			
	b0	b1	b2	R ²
4	7,5839	-0,2006	0,0033	0,77**
7	7,8756	-0,1243		0,80**
14	5,0132	-0,1689	0,0072	0,59**
21	5,5798	0,0894		0,38**
28	2,9800	0,1581		0,78**

** significativo a 1%.

Pelas equações obtidas com os resultados dos teores de P-ANTES no solo, em função das doses de cama de frango, nas diferentes épocas de incubação, verificaram-se nas maiores épocas de incubação, os maiores pontos de máxima eficiência. Obtendo-se na época de 15 dias de incubação, 13,53 mg dm⁻³ de P e aos 30 dias de incubação, 10,93 mg dm⁻³ de P (Figura 10 e Tabela 11).

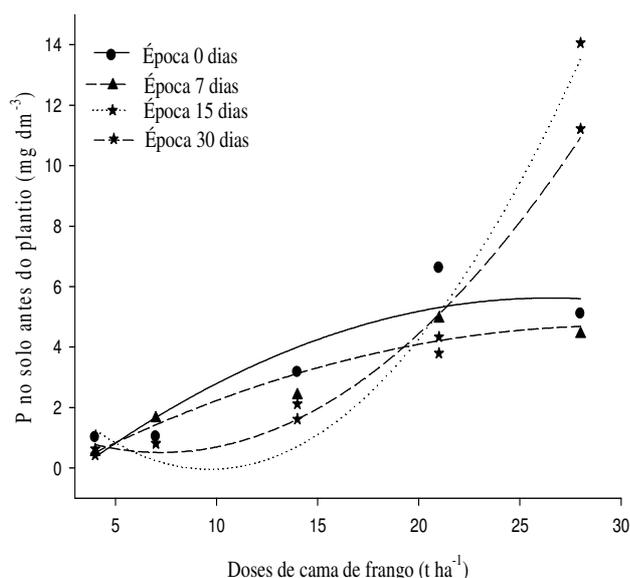


Figura 10. Teores de P no solo antes do plantio, em função de diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).

Tabela 11. Coeficientes da equação de regressão, $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, para teores de P no solo antes do plantio, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango

Épocas de incubação (dias)	Coeficiente da equação de regressão			
	b0	b1	b2	R ²
0	-1,6711	0,5502	-0,0104	0,85**
7	-0,8752	0,3730	-0,0062	0,91**
15	3,7341	-0,7811	0,0404	0,97**
30	1,7889	0,3512	0,0242	0,98**

** significativo a 1%.

Os baixos teores de P no solo obtidos com as menores épocas de incubação podem estar relacionados à atividade da biomassa microbiana, em que pode ter imobilizado temporariamente o P disponível, nas menores épocas de incubação. Os resultados obtidos neste experimento, discordam dos estudos de Gatiboni et al., (2008), em que afirmam que a

biomassa microbiana não tem capacidade de imobilizar grandes quantidades de P, não tendo assim, interferência sobre a disponibilidade de P.

Com a dose de 28 t ha⁻¹ de cama de frango, observou-se os maiores teores de P no solo antes do plantio (Figura 11 e Tabela 12). Nesta dose, os teores de P aumentaram até aos 23 dias de incubação, decrescendo após esta época de incubação da cama de frango no solo. Com 28 t ha⁻¹ de cama de frango, os teores de P no solo (14,06 mg dm⁻³) aumentaram 468 vezes em relação ao teor de P inicial (0,03 mg dm⁻³).

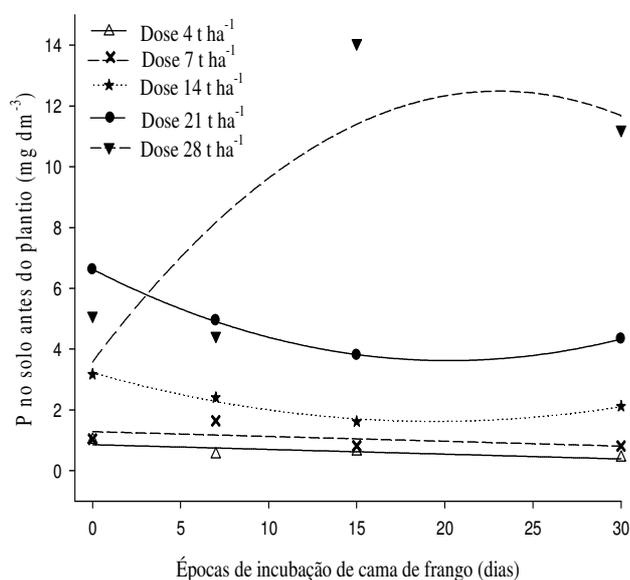


Figura 11. Teores de P no solo antes do plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias) nas diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha⁻¹).

Tabela 12. Coeficientes da equação de regressão, $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, para teores de P no solo antes do plantio, em diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação

Doses de cama de frango (t ha ⁻¹)	Coeficiente da equação de regressão			
	b0	b1	b2	R ²
4	0,8575	-0,0156		0,62**
7	1,2856	-0,0159		0,27**
14	3,2253	-0,1651	0,0043	0,97**
21	6,6294	-0,2976	0,0074	0,99**
28	3,5771	0,7726	-0,0167	0,64**

** significativo a 1%.

Visando quantificar os teores de nutrientes em amostras de esterco bovino e calcular o acúmulo de nutrientes resultante da adubação, Galvão et al. (2008), observaram que os teores

de P disponível no solo das áreas adubadas aumentaram 20 (0-20 cm), 22 (20-40 cm) e 25 vezes (40-60 cm), em relação às áreas não adubadas.

Analisando os teores de P-APÓS no solo, em função das doses de cama de frango, nas diferentes épocas de incubação, verificou-se que com 0 dias de incubação, os teores de P no solo, aumentaram 815,33 vezes, na dose 21 t ha⁻¹ de cama de frango, em relação ao teor de P inicial do solo (0,03 mg dm⁻³) (Figura 12 e Tabela 13).

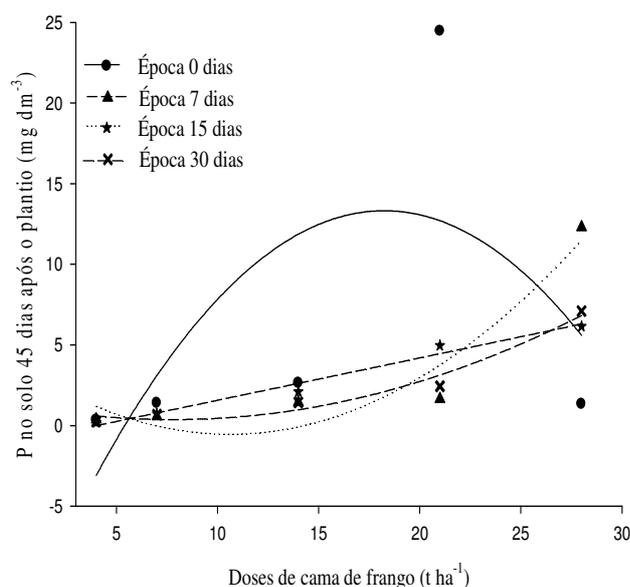


Figura 12. Teores de P no solo após 45 dias do plantio, em função de diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).

Tabela 13. Coeficientes da equação de regressão, $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, para teores de P no solo após 45 dias do plantio, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango

Épocas de incubação (dias)	Coeficiente da equação de regressão			
	b0	b1	b2	R ²
0	-13,6267	2,9552	-0,0810	0,39**
7	3,9188	-0,8420	0,0397	0,91**
15	-1,0568	0,2626		0,97**
30	1,3155	-0,2442	0,0157	0,96**

** significativo a 1%.

Com 0 dias de incubação, os teores de P-APÓS no solo, diminuiram com o aumento das doses de cama de frango. O contrário ocorreu, os teores de P-APÓS no solo, após 30 dias de incubação da cama de frango, aumentaram a partir da dose de 7,78 t ha⁻¹ de cama de frango. Provavelmente, a matéria orgânica tenha influenciado na sorção de P temporariamente.

Não foi possível ajustar um modelo de regressão para os teores de P no solo após 45 dias do plantio, em função de diferentes épocas de incubação de cama de frango, nas diferentes doses de cama de frango (Tabela 14). Os maiores teores de P no solo foram observados com a dose de 21 t ha⁻¹ de cama de frango, correlacionando-se com os valores obtidos na Figura 12 e Tabela 13.

Tabela 14. Teores de P no solo após 45 dias do plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias), nas diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha⁻¹)

Épocas de incubação (dias)	Doses de cama de frango (t ha ⁻¹)				
	4	7	14	21	28
	mg dm ⁻³				
0	0,3350	1,3975	2,6350	24,4600	1,3300
7	0,3800	0,5850	1,4450	1,6550	12,3000
15	0,1950	0,7250	2,1025	4,9725	6,1550
30	0,2575	0,6900	1,4350	2,4375	7,0925

Embora certa fração da matéria orgânica dos esterco seja decomposta e liberada em um curto período após sua aplicação, outra fração é transformada em húmus, que é mais estável. Sob essa forma, os elementos são liberados lentamente. Assim, os componentes do esterco, convertidos em húmus, exercerão influência nos solos de maneira persistente e duradoura (Brady, 1989). Esse efeito vai depender da quantidade de esterco, correlacionando-se com os resultados obtidos nas Tabelas 13 e 14 e Figura 12.

Modelos polinomiais foram testados para prever os efeitos das épocas de incubação em função das doses de cama de frango. Constatou-se que as curvas de respostas destes parâmetros foram de natureza quadrática (Figura 13 e Tabela 15). Os maiores teores de P-FOLHA foram atingidos com 15 dias de incubação, com a dose de 18,33 t ha⁻¹ de cama de frango, obtendo-se teores de P de 0,153 dag kg⁻¹. A partir desta dose, os teores de P foliar decresceram com o aumento dos dias de incubação (Figura 13).

Este comportamento pode ser explicado considerando-se que o nutriente que estava em deficiência passa a ficar em excesso com o aumento das doses de cama de frango, de tal forma a causar toxicidade à planta (Embrapa, 1999).

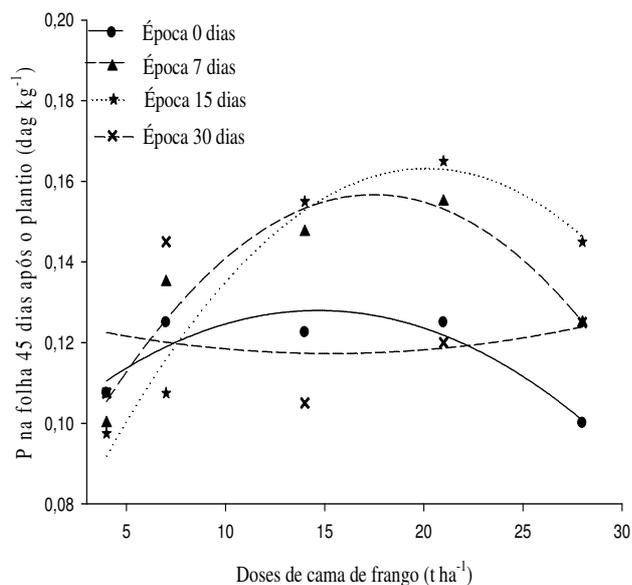


Figura 13. Teores de P na folha após 45 dias do plantio, em função de diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias). **, *Significativo a 1% e 5%, respectivamente.

Tabela 15. Coeficientes da equação de regressão, $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, para teores de P na folha após 45 dias do plantio, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango

Épocas de incubação (dias)	Coeficiente da equação de regressão			
	b0	b1	b2	R ²
0	0,0950	0,0045	-0,0002	0,83**
7	0,0702	0,0099	-0,0003	0,91**
15	0,0522	0,0110	-0,0003	0,96**
30	0,1268	-0,0012	0,0001	0,20**

** significativo a 1%.

Os teores de P-FOLHA apresentaram efeito significativo na interação doses de cama de frango em função de épocas de incubação (Figura 14 e Tabela 16). Os maiores teores de P-FOLHA foram atingidos com as doses de 14 e 21 t ha⁻¹ de cama de frango, com 24 e 27 dias de incubação, correspondendo a 0,18 e 0,20 dag kg⁻¹ de P na folha após 45 dias do plantio.

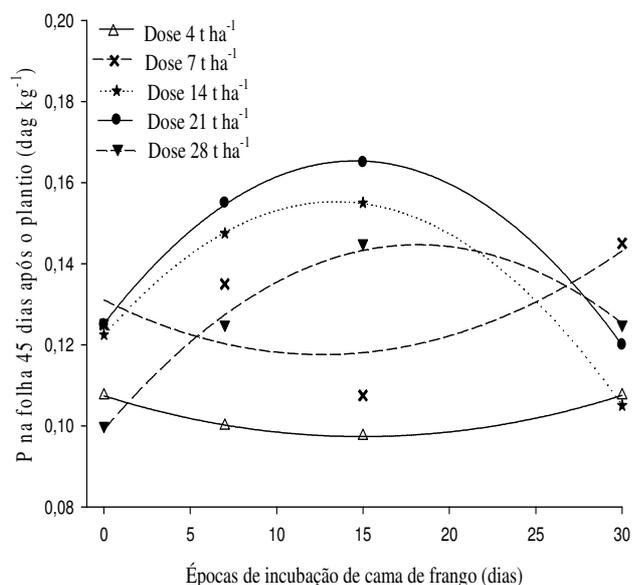


Figura 14. Teores de P na folha após 45 dias do plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias) nas diferentes doses de cama de frango (4, 7, 14, 21 e 28 t ha⁻¹).

Tabela 16. Coeficientes da equação de regressão, $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, para teores de P na folha após 45 dias do plantio, em diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação

Doses de cama de frango (t ha ⁻¹)	Coeficiente da equação de regressão			
	b ₀	b ₁	b ₂	R ²
4	0,1074	-0,0013	0,0001	0,99**
7	0,1310	-0,0021	0,0001	0,51**
14	0,1223	0,0049	-0,0001	0,99**
21	0,1252	0,0055	-0,0001	0,99**
28	0,0990	0,0050	-0,0001	0,64**

** significativo a 1%.

4. CONCLUSÕES

As doses de cama de frango são superiores ao tratamento mineral em todas as características avaliadas.

Com a dose de 21 t ha⁻¹ de cama de frango e 30 dias de incubação no solo obtêm-se as maiores alturas das plantas, maiores produções de biomassa seca de folhas e colmos e de raízes e maiores teores de P no solo e na folha.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878p.

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, v.113, n.1, p. 73-85, 1974.

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.

CORDEIRO, D.G.; BATISTA, E.M.; SOUSA, J.A.; MIRANDA, E.D.M. Efeito da adubação mineral e orgânica sobre a produtividade da alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Marisa (AF 216), na época chuvosa, em Rio Branco, Acre. **Horticultura Brasileira**, v.79, n.15, p.22-29, 1997.

COSTA, C.C.; OLIVEIRA, A.P. FERREIRA, D.S.; SILVA, A.F. Produção de alho em função de doses de esterco bovino na presença e ausência de adubo mineral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 39, 1999, Tubarão. **Anais...** Tubarão: SOB, 1999, p.86.

CRUZ, C.D. Programa GENES: Aplicativo com potencial em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648p.

DURIGON, R.; CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; BARCELLOS, L.A.R.; PAVINATO, P.S. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, n.4, p.983-992, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Produção de Informação, 1997. 212p. (Documentos, 1).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Solos, Embrapa Informática Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: 1999. 370p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 2 ed. 2006. 306p.

EPSTEIN, E.; TAYLOR, J.M.; CHANEY, R. L. Effects of sewage and sludge and compost applied to soil physical and chemical properties. **Journal of Environmental Quality**, v.5, p.422-426, 1976.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In...45a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258.

FIGLIAREZZA, C.; CERETTA, C.A. Fontes orgânicas de nutrientes em sistemas de produção de batata. **Ciência Rural**, v.36, n.6, p.1788-1793, 2006.

GALVÃO, S.R.S.; SALCEDO, I.H.; OLIVEIRA, F.F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.1, p.99-105, 2008.

GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.S.; BRUNETTO, G. Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatases ácidas durante a diminuição do fósforo disponível no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.8, p.1085-1091, 2008.

GIANELLO, C.; ERNANI, P.R. Rendimento de matéria seca de milho e alterações na composição química do solo pela incorporação de quantidades crescentes de cama de frango, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.7, p.285-290, 1983.

HAHN, L. **Processamento da cama de aviário e suas implicações nos agroecossistemas**. 2004. p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: Fundação Cargill. **Adubação verde no Brasil**. Campinas, 1984. p.232-267.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J.C. **Adubos e adubações**, São Paulo: Nobel, 2002. 200p.

MARCHESINI, A.; ALLIEVI, L.; COMOTTI, E.; FERRARI, A. Long-term effects of quality-compost treatment on soil. **Plant and Soil, Dordrecht**, v.106, p.253-261, 1988.

RAGHOTHAMA, K.G. Phosphate acquisition. **Annual Review of Physiology and Plant Molecular Biology**, v.50, p.665-693, 1999.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres-Potafos, 1991. 343p.

ROCHA, R.C.; FARIA, C.M.B.; COSTA, N.D.; CAMPOS, C.O. Influência da adubação organo-mineral na qualidade e produtividade de frutos de melão. **Horticultura Brasileira**, v.16, n.291, p.135-140, 1998.

SCHERER, E.E.; NADAL, R.; CASTILHOS, E.G. **Utilização de esterco de aves e adubo fosfatado na cultura do milho**. Florianópolis: EMPASC, 1986, 36p. Boletim Técnico, 35.

SCHWERTMANN, U.; KODAMA, H.; FISCHER, W.R. Mutual interactions between organic and iron oxides. In: HUANG, P.M.; SCHNITZER, M., eds. Interactions of soil minerals with natural organics and microbes. **Soil Science Society of America**, 1986, p.223-250. (SSSA Special Publication, 17).

SILVA, F.C. (organizador). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa solos. Brasília, 1999. 370p.

SILVA, T.O.; MENEZES, R.S.C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. II – Disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.51-61, 2007.

SILVA JÚNIOR, A.A. Adubação mineral e orgânica em respolho. II. Concentração de nutrientes na folha e precocidade. **Horticultura Brasileira**, v.5, n.1, p.15-17, 1987.

SILVA JÚNIOR, J.P.; SIQUEIRA, J.O. Aplicação de formononetina sintética ao solo como estimulante da formação de micorriza no milho e na soja. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.9, n.1, p.35-41, 1997.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 416 p.

CAPÍTULO 3

DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO E DISPONIBILIDADE DE P SOB INFLUÊNCIA DE DOSES E ÉPOCAS DE INCUBAÇÃO DE CAMA DE POEDEIRA NA REGIÃO DE RIO VERDE-GO

RESUMO

A cama de poedeira é um resíduo com alta concentração de nutrientes, dentre eles o P. Sistemas de manejo que contribuam para o aumento de P são de grande importância, em que a biomassa microbiana pode atuar como reservatório de P, impedindo que parte do P adicionado ao solo, via adubação orgânica, seja transformado em formas menos disponíveis para as culturas. Este experimento teve como objetivo avaliar o efeito de doses e épocas de incubação de cama de poedeira no desenvolvimento inicial de plantas de milho e na disponibilidade de teores de P no solo e na planta. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Fesurv - Universidade de Rio Verde, de novembro/2007 a janeiro/2008. Os tratamentos foram constituídos de doses de cama de poedeira (8,7; 17,4; 34,8; 52,2 e 69,6 g vaso⁻¹, correspondendo a 2; 4; 8; 12 e 16 t ha⁻¹, respectivamente), épocas de incubação de cama de poedeira (0; 7; 15 e 30 dias antes do plantio) e mais um adicional (adubação mineral). O modelo estatístico utilizado foi um fatorial (5 x 4 + 1) em delineamento de blocos casualizados. A determinação dos teores de P disponíveis (Mehlich-1) foi realizada antes do plantio e após 45 dias do plantio. As variáveis analisadas aos 45 dias após o plantio foram: altura das plantas, biomassa seca das folhas e colmos e das raízes e teores de P na folha. As doses de cama de poedeira são superiores à adubação mineral em todas as características avaliadas. A altura das plantas, biomassa seca de folhas e colmos e das raízes, teores de P no solo antes e após 45 dias do plantio e teores de P na folha atingiram seus pontos máximos a partir da dose de 8 t ha⁻¹, quando a cama de poedeira não é incubada antes do plantio do milho.

Palavras-chave: milho, adubação mineral e cama de aviário.

INITIAL DEVELOPMENT OF CORN AND AVAILABILITY OF P UNDER THE INFLUENCE OF DAYS OF INCUBATION AND RATES OF POULTRY MANURE IN RIO VERDE - GO

ABSTRACT

The poultry manure is a residue with high concentration in nutrients, among them P. Systems manuseio that contributes to increase of P are very important, in this occasion, where microbial biomass can act as a reservoir of P, blocking part of P added to the soil by organic fertilization transformed, in less available forms to the cultures. The experiment had the purpose to value the effect of rates and periods of incubation of poultry manure to the initial development of corn plants and availability of levels of P in soil and in the plant. The experiment was conducted in greenhouse, in Fesurv, Rio Verde University, from November, 2007 to January, 2008. The treatments consisted of rates of poultry manure (8,7; 17,4; 34,8; 91,32 and 69,6 g pot⁻¹, equivalent to 2; 4; 8; 12 and 16 Mg ha⁻¹, respectively), periods of incubation of poultry manure (0, 7, 15 and 30 days before the seedling) and more one additional (mineral fertilizer). The used statistic model was factorial (5 x 4 + 1) in a randomized block design. The determination of available levels of P (Mehlich-1) was performed before planting and 45 days after that. The analyzed variables at this period were: height of the plants, dry biomass of leaves and stems and roots and levels of P in the leaf. The rates of poultry manure are greater relating to mineral fertilizer in all valued characteristics. The height of the plants, dry biomass of leaves and stems and of the roots, levels of P in the soil before plants and 45 days after that and levels of P in the leaf reaches their highest points with rates from 8 Mg ha⁻¹, when the poultry manure isn't incubated before planting corn.

Keywords: maize, mineral fertilizer and poultry.

1. INTRODUÇÃO

O maior produtor de aves da Região Centro-Oeste é o estado de Goiás. Em 2007, Goiás possuía um rebanho de 8.428 milhões de cabeças de galinhas poedeiras, destacando-se o município de Rio Verde, estando entre os principais municípios produtores de aves (IBGE, 2007). Segundo a Perdigão Agroindustrial S.A.², Rio Verde possui um rebanho de 35.500 animais por núcleo, com um total de 22 núcleos e de cada núcleo são produzidas 500 t ano⁻¹ de cama de poedeira.

A cama de aviário contém além dos excrementos e penas de aves, ração desperdiçada e o material absorvente de umidade usado sobre o piso dos aviários, constituindo-se assim, num resíduo com alta concentração de nutrientes, dentre eles o P (Hahn, 2004).

O esterco de poedeira é mais rico em nutrientes do que o de outros animais, pois estas aves se alimentam de rações concentradas (Kiehl, 1985).

Dessa forma, descartar os resíduos da produção de ovos de forma ambientalmente correta torna-se uma necessidade à qualidade do meio ambiente e da vida. Estes resíduos agregam grande potencial de uso agrícola, pois podem ser utilizados como bio-fertilizantes, para culturas de grãos e/ou forragens.

Ao serem aplicados no solo, os nutrientes da cama de aviário que já foram mineralizados podem ser absorvidos pelas plantas. Podem também ser imobilizados pela biomassa microbiana, dissolvidos e carregados para águas de escoamento superficial ou lixiviados, perdidos para atmosfera ou se acumular no solo. Inúmeras variáveis influenciam estes diferentes destinos dos nutrientes liberados pela cama e, portanto, diferentes tipos e intensidades de impactos ambientais podem ocorrer com o manejo da cama de aviário adotado pelo agricultor (Hahn, 2004).

A adubação orgânica pode atuar na disponibilidade de nutrientes, complementando a adubação química, facilitando a penetração das raízes, diminuindo a erosão, permitindo melhor arejamento, além do que também promovem o desenvolvimento de microrganismos (Bellizzi et al., 2001).

Estudando a influência de diferentes tipos de adubação orgânica de origem animal na produção de amoreira, Marincek (1995), fez incorporação de dois kg de esterco por planta e

2

concluiu que o esterco de aves (galinha) promoveu um aumento na produção de folhas da amoreira em relação às plantas que não receberam adubação.

Os solos das regiões tropicais, além da deficiência generalizada, apresentam alta capacidade de fixação de fosfato (adsorção e precipitação), limitando a produtividade das culturas nessas áreas (Raij, 1991). A adoção de sistemas de manejo do solo, visando ao aumento de matéria orgânica, aumento do pH e maior atividade da microbiota do solo, pode interferir no processo, reduzindo a adsorção de P (Souza et al., 2006).

A função desempenhada pela matéria orgânica na adsorção de P no solo tem sido muito discutida, já que pode adsorver o fósforo, como também, bloquear os sítios de adsorção que ocorrem nas superfícies das argilas e dos óxidos de ferro e alumínio (Sanyal & De Datta, 1991).

Sistemas de manejo que contribuam para o aumento de P no solo são de grande importância, principalmente em solos tropicais. Pois, nesse caso, a biomassa microbiana pode atuar como reservatório de P, impedindo que parte do P adicionado ao solo, via adubação orgânica, seja transformado em formas menos disponíveis para as culturas (Villani, 2003). Matos et al (2006), estudando dois sistemas de cultivo: milho, milho consorciado com feijão, duas doses de adubo orgânico e três doses de adubo mineral obtiveram aumentos de P de 262 e 164%, para o sistema que recebeu o composto orgânico no sistema de milho exclusivo e consorciado com feijão, respectivamente. Em relação ao sistema de adubação mineral, observaram-se incrementos de P com o aumento da dose de adubo utilizada, apenas para o sistema de milho.

Contudo, ainda são escassos os trabalhos que avaliam o efeito de cama de poedeira nos atributos químicos do solo e no desenvolvimento das plantas. Este experimento teve como objetivo avaliar o efeito de doses e épocas de aplicação de cama de poedeira no desenvolvimento inicial de plantas de milho e na disponibilidade de P no solo e na planta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Fesurv - Universidade de Rio Verde, de novembro/2007 a janeiro/2008, com um Latossolo Vermelho distroférico (Embrapa, 2006).

Foi realizada a calagem com 5,7 g vaso⁻¹, incorporando-se o calcário no solo e mantendo-o úmido e incubado por 15 dias antes da aplicação dos tratamentos (Sousa & Lobato, 2002).

Os tratamentos foram constituídos de doses de cama de poedeira (8,7; 17,4; 34,8; 52,2 e 69,6 g vaso⁻¹, correspondendo a 2; 4; 8; 12 e 16 t ha⁻¹, respectivamente), épocas de incubação de cama de poedeira (0; 7; 15 e 30 dias) e mais um adicional (adubação mineral). O modelo estatístico utilizado foi um fatorial (5 x 4 + 1) em delineamento de blocos casualizados.

A cama de poedeira apresentou as seguintes características químicas: N = 24,5 kg t⁻¹, P = 21,4 kg t⁻¹, K = 24,0 kg t⁻¹, Ca = 44,5 kg t⁻¹, Mg = 5,1 kg t⁻¹.

As doses de cama de poedeira foram determinadas de acordo com a necessidade do solo em P e a exigência nutricional da cultura do milho, segundo recomendações de Sousa & Lobato (2002). A dose considerada adequada, para as necessidades do solo e do milho foi 244 kg ha⁻¹ de P₂O₅, ou seja, 8 t ha⁻¹ de cama de poedeira.

O solo utilizado foi peneirado para separação dos torrões, raízes e palha e acondicionado em vasos, com capacidade de 8 dm³, com 8,7 kg de solo, o qual apresentou os seguintes atributos físico-químicos: pH (CaCl₂) = 5,1, Ca = 0,42 cmol_c dm⁻³, Mg = 0,20 cmol_c dm⁻³, Al = 0,01 cmol_c dm⁻³, P (Mel) = 0,03 mg dm⁻³, K = 19 mg dm⁻³, H + Al = 2,6 cmol_c dm⁻³, CTC = 3,22 cmol_c dm⁻³, matéria orgânica = 8,95 g kg⁻¹, argila = 460 g kg⁻¹, silte = 70 g kg⁻¹, areia = 470 g kg⁻¹, V = 20,58%, m = 1,49%.

As doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha⁻¹) foram aplicadas nos vasos e permaneceram no solo 30 dias antes do plantio, 15 dias antes do plantio, 7 dias antes do plantio e também foram aplicadas no solo no dia do plantio, conforme as épocas de incubação da cama. O solo foi misturado com as doses de cama de poedeira, em sacos plásticos. Foi acondicionado em recipiente aberto, conforme as quatro épocas de incubação pré-determinadas, em temperatura ambiente e o solo foi mantido úmido durante o período de incubação.

Após a aplicação dos tratamentos, foi realizada a adubação de plantio, com 0,29 g vaso⁻¹ de uréia, 0,62 g vaso⁻¹ de cloreto de potássio, em todos os tratamentos, conforme as necessidades do solo e da planta. Somente no tratamento adicional (adubação mineral) aplicou-se também superfosfato simples, 5,9 g vaso⁻¹. (Sousa & Lobato, 2002).

Foram utilizadas oito sementes por vaso de milho (Agromen-30A06) e mantidas cinco plantas por vaso, após o desbaste realizado sete dias após a germinação.

Dez dias após a germinação foi realizada a adubação de cobertura com 0,68 g vaso⁻¹ de uréia e 0,22 g vaso⁻¹ de cloreto de potássio, em todas as parcelas (Sousa & Lobato, 2002).

Amostras de solo foram coletadas das parcelas antes do plantio (após as épocas de incubação) e aos 45 dias após a semeadura do milho. O solo foi retirado dos vasos com auxílio de uma colher, do centro do vaso, na profundidade de 0-5 cm e colocado em sacos plásticos etiquetados. Foi retirada de cada vaso a quantidade de 50 g vaso⁻¹ de solo.

A determinação do P-disponível foi realizada com amostras de solo de todos os tratamentos, na relação solo-extrator de 1:10, com cinco minutos de agitação e decantação pernoite (Embrapa, 1997), determinado por colorimetria (Braga & Defelipo, 1974).

As variáveis analisadas aos 45 dias após o plantio foram: altura das plantas, obtida pela média das plantas por parcela, medida com fita métrica do colo até a parte apical de cada planta. Também foram avaliadas a biomassa seca das folhas e colmos e a biomassa seca das raízes, avaliadas após serem lavadas, secas em estufa com circulação forçada de ar em temperatura de 65 °C até o peso constante, e posteriormente pesadas em balança de precisão.

Amostras da parte aérea foram moídas em moinho tipo Wiley, com malha de 1 mm, digeridas com uma mistura nítrico-perclórica e determinaram-se os teores de P nos extratos da digestão por colorimetria (Silva, 1999).

Os dados das características avaliadas foram submetidos à análise de variância e ajustados modelos lineares e quadráticos às médias por tratamento, pelo aplicativo software SISVAR (Ferreira, 2000). Os gráficos foram elaborados com uso do aplicativo Sigma Plot, versão 7.0, da Jandel Scientific. O contraste das médias do fatorial com o tratamento adicional foi realizado pelo software GENES (Cruz, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 17 estão apresentados os resultados da análise de variância relativa às características avaliadas, em que se verificou que todas as variáveis foram significativas para todos os fatores e para o contraste fatorial *versus* tratamento adicional, com exceção do P-FOLHA.

Tabela 17. Resumo da análise de variância relativa às características: altura das plantas (ALT), biomassa seca de folhas e colmos (BSFC), biomassa seca das raízes (BSR), teores de P no solo antes do plantio (P-ANTES), teores de P no solo 45 dias após o plantio (P-APÓS) e teores de P na folha aos 45 dias após o plantio (P-FOLHA)

FV	ALT	BSFC	BSR	P-ANTES	P-APÓS	P-FOLHA
Dose (D)	*	*	*	*	*	*
Época (E)	*	*	*	*	*	*
D x E	*	*	*	*	*	*
Fat vs Adc	*	*	*	*	*	ns
CV (%)	1,77	4,36	1,94	4,11	2,91	4,18

* Significativo a 5%, pelo teste F. Fat= fatorial e Adc= tratamento adicional

Para o contraste das médias do fatorial *versus* tratamento adicional somente o tratamento 16 t ha⁻¹ de cama de poedeira (P-ANTES) não diferiu do tratamento com adubação mineral (Tabela 18).

Para as características ALT, P-ANTES e P-APÓS a dose de 16 t ha⁻¹ apresentou as maiores médias, em relação ao tratamento mineral. Rech et al. (2006), avaliando o rendimento de sementes de abobrinha, obteve diferenças significativas na análise dos contrastes, sendo os tratamentos com adubação orgânica superiores ao tratamento com adubação mineral e à testemunha. Estes experimentos indicam que as adubações orgânicas e minerais alteram o equilíbrio de P no sistema.

Tabela 18. Comparação dos resultados obtidos com a aplicação de doses de cama de poedeira e o tratamento adicional (adubação mineral), para as características significativas pelo teste F: altura de plantas (ALT), biomassa seca de folhas e colmos, biomassa seca das raízes (BSR), teores de P no solo antes do plantio (P-ANTES) e teores de P no solo 45 dias após o plantio (P-APÓS)

DOSES (t ha ⁻¹)	ALT (cm)	BSFC (g vaso ⁻¹)	BSR (g vaso ⁻¹)	P-ANTES (mg dm ⁻³)	P-APÓS (mg dm ⁻³)
2	62,94	6,30	5,61	0,45	0,29
4	82,71	10,08	7,47	0,98	0,55
8	90,23	14,25	12,35	2,77	3,11
12	99,01	19,82	9,22	5,17*	3,32
16	110,28	16,73	11,40	6,06	4,92
Adubação mineral	67,65	9,45	9,62	5,26	0,79

Médias contendo * não diferem do tratamento adicional (adubação mineral) a 5% de probabilidade, pelo teste Dunnett.

A interação para a característica altura das plantas de milho, em função de doses de cama de poedeira, nas diferentes épocas de incubação foi significativa, ajustando-se modelos

lineares para todas as épocas de incubação de cama de poedeira (Figura 15 e Tabela 19). As maiores alturas das plantas foram obtidas aos 0 e 7 dias de incubação, em 16 t ha⁻¹ de cama de poedeira.

Ramos et al. (2004), também observaram aumento linear na produção de massa seca dos capítulos florais da camomila em relação às doses de cama de aviário.

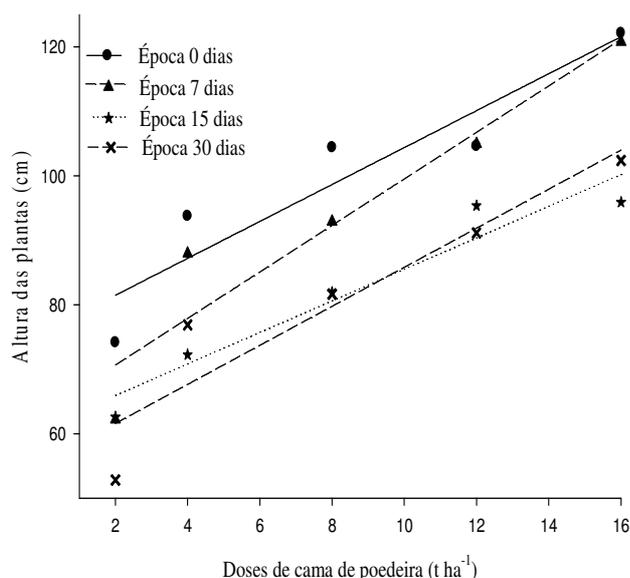


Figura 15. Altura das plantas de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).

Tabela 19. Coeficientes da equação de regressão, $y = b_0 + b_1x$ para altura das plantas de milho, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango

Épocas de incubação (dias)	Coeficiente da equação de regressão		
	b0	b1	R ²
0	75,7467	2,8629	0,87**
7	83,4473	3,6075	0,90**
15	61,0723	2,4449	0,93**
30	55,5565	3,0266	0,87**

** significativo a 1%.

Em relação à interação altura das plantas, em função de diferentes épocas de incubação, nas diferentes doses de cama de poedeira, verificou-se que as maiores alturas das plantas de milho, foram obtidas com a dose de 16 t ha⁻¹ de cama de poedeira (125,71 cm). Para 12 t ha⁻¹ foi ajustado o modelo de regressão linear (Figura 16 e Tabela 20). Pelos resultados obtidos verificou-se que as maiores alturas foram obtidas quando a cama de

poedeira não foi incubada no solo, ou seja, foi aplicada no dia do plantio (Figura 16 e Tabela 20).

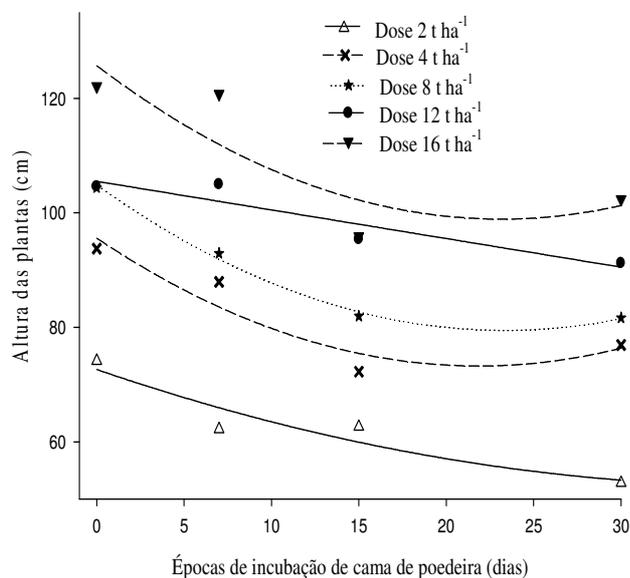


Figura 16. Altura das plantas de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias), nas diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha⁻¹).

Tabela 20. Coeficientes da equação de regressão, $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, para altura das plantas de milho, em diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação

Doses de cama de frango (t ha ⁻¹)	Coeficiente da equação de regressão			
	b0	b1	b2	R ²
4	72,6205	-1,0486	0,0135	0,89**
7	95,5566	-2,0458	0,0469	0,88**
14	104,8181	-2,1750	0,0466	0,99**
21	105,5058	-0,4999		0,87**
28	152,7053	-2,3185	0,0501	0,74**

** significativo a 1%.

Estes resultados discordam de Silva & Menezes (2007), em que observaram que o desenvolvimento vegetal foi limitado no período inicial do cultivo. Provavelmente, nestes estudos os nutrientes não estavam disponíveis para as plantas, estavam imobilizados, ou não havia demanda suficiente de nutrientes no período inicial da cultura. No presente experimento as plantas se desenvolveram mais quando o resíduo orgânico não foi incubado, em todas as doses de cama de poedeira.

Houve interação significativa para a característica biomassa seca de folhas e colmos de milho em função de doses de cama de poedeira, nas diferentes épocas de incubação, obtendo-

se modelos de regressão quadráticos. As maiores produções de biomassa seca de folhas e colmos foram obtidas com de incubação de cama de poedeira, atingindo a máxima eficiência na dose de 12,18 t ha⁻¹ de cama de poedeira, com a produção de 23,90 g vaso⁻¹. Sendo que à partir desta dose a produção de biomassa seca decresceu (Figura 17 e Tabela 21).

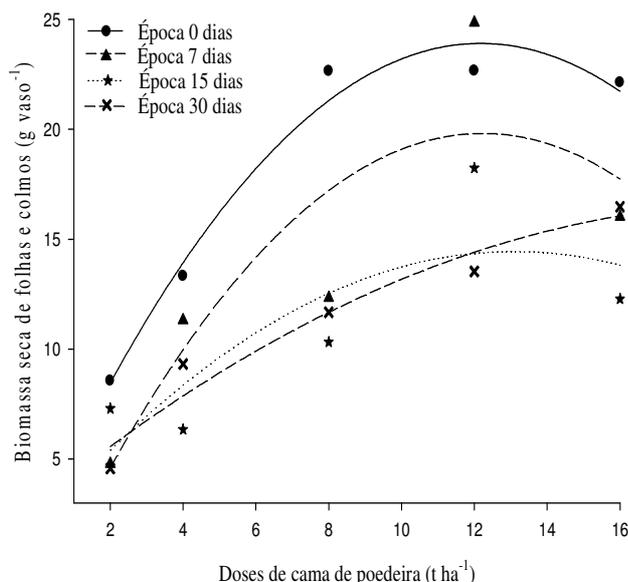


Figura 17. Biomassa seca de folhas e colmos de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).

Tabela 21. Coeficientes da equação de regressão, $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, para biomassa seca de folhas e colmos de milho, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango

Épocas de incubação (dias)	Coeficiente da equação de regressão			
	b0	b1	b2	R ²
0	1,7763	3,6343	-0,1492	0,97**
7	-1,9461	3,5602	-0,1457	0,75**
15	1,8449	1,9266	-0,0737	0,66**
30	2,9931	1,3543	-0,0336	0,95**

** significativo a 1%.

Esses resultados estão de acordo com Zárate et al. (2003), que também observaram o efeito significativo da interação entre época de colheita e doses de cama de frango incorporada sobre a produção de biomassa fresca de cebolinha.

Na característica biomassa seca de folhas e colmos de milho em função das épocas de incubação, nas diferentes doses de cama de poedeira, foi ajustada equação linear para a dose de 2 t ha⁻¹ e para as doses de 4, 8, 12 e 16 t ha⁻¹, equações quadráticas. A maior produção de

biomassa seca de folhas e colmos foi obtida com a dose de 12 t ha⁻¹, com 10 dias de incubação com a produção máxima de 23,67 g vaso⁻¹ (Figura 18 e Tabela 22).

Com o aumento dos dias de incubação, a produção de biomassa seca de folhas e colmos decresceu até 15 dias de incubação, em todas as doses de cama de poedeira. Provavelmente os nutrientes foram imobilizados pela biomassa microbiana, ficando indisponíveis para as plantas.

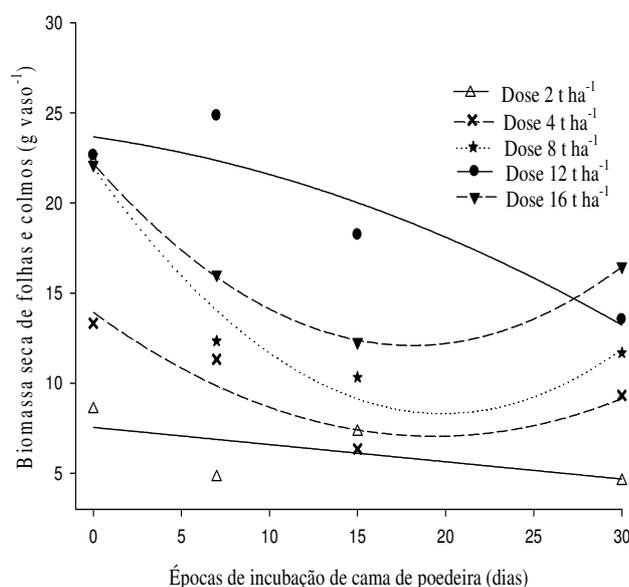


Figura 18. Biomassa seca de folhas e colmos de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias) nas diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha⁻¹).

Tabela 22. Coeficientes da equação de regressão, $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, para biomassa seca de folhas e colmos de milho, em diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação

Doses de cama de frango (t ha ⁻¹)	Coeficiente da equação de regressão			
	b0	b1	b2	R ²
4	7,5440	-0,0955		0,39**
7	13,9231	-0,7112	-0,0184	0,86**
14	21,9536	-1,3758	0,0347	0,94**
21	23,6675	-0,1388	-0,0070	0,86**
28	22,1833	-1,1160	0,0308	0,99**

** significativo a 1%.

Além dos efeitos benéficos, existem estudos que indicam efeitos negativos associados à adição de resíduos orgânicos aos solos. Kiehl (1985) relatou que dependendo da cultivar e do método de incorporação utilizado, os resíduos orgânicos podem prejudicar o

desenvolvimento das culturas e o crescimento da biomassa microbiana. Em solos com pH elevado, aplicações de altas doses de esterco, principalmente de aves, podem levar à imobilização dos nutrientes presentes nos esterco. Possivelmente neste experimento houve uma redução na disponibilidade de P, com o aumento dos dias de incubação de cama de poedeira.

Na produção de biomassa seca das raízes, houve interação significativa em função das doses de cama de poedeira, nas diferentes épocas de incubação. Nas épocas 0, 7, 15 e 30 dias de incubação a produção máxima foi obtida com as doses de 11,9, 11,9, 10,87 e 15,85 t ha⁻¹ de cama de poedeira, respectivamente, atingindo as produções de 12,87; 9,09; 11,49 e 12,67 g vaso⁻¹, respectivamente (Figura 19 e Tabela 23).

Nos resultados obtidos neste experimento, a maior produtividade de biomassa seca das raízes foi obtida com 0 dia de incubação de cama de poedeira. Discordando dos resultados obtidos neste experimento, Marchesini et al. (1988), afirmam que os incrementos de produtividade proporcionados por adubos orgânicos, são menos imediatos e marcantes do que os obtidos com adubos minerais, embora apresentem maior duração. Provavelmente, pela liberação mais progressiva de nutrientes e pelo estímulo do crescimento radicular.

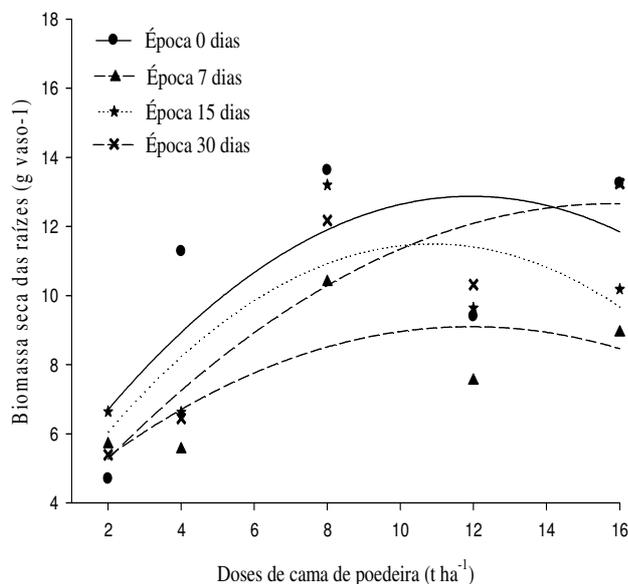


Figura 19. Biomassa seca das raízes de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).

Tabela 23. Coeficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x+ b_2x^2$, para biomassa seca das raízes de milho, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango

Épocas de incubação (dias)	Coeficiente da equação de regressão			
	b0	b1	b2	R ²
0	3,9644	1,4921	-0,0625	0,49**
7	3,6684	0,9118	-0,0383	0,55**
15	3,3325	1,5022	-0,0691	0,62**
30	2,9758	1,2236	-0,0386	0,83**

** significativo a 1%.

Marchesini et al. (1988), concluíram, ainda, que compostos orgânicos não só supre as plantas com quantidades consideráveis de nutrientes, mas contribuem para manter a fertilidade natural do solo, o que envolve os ciclos biológicos dos nutrientes nas terras cultivadas, prevenindo sua exaustão.

Em relação à produção de biomassa seca das raízes em função das épocas de incubação nas diferentes doses de cama de poedeira, a máxima eficiência foi obtida com a dose de 8 t ha⁻¹ de cama de poedeira, com 17,53 dias de incubação da cama de poedeira no solo (Figura 20 e Tabela 24).

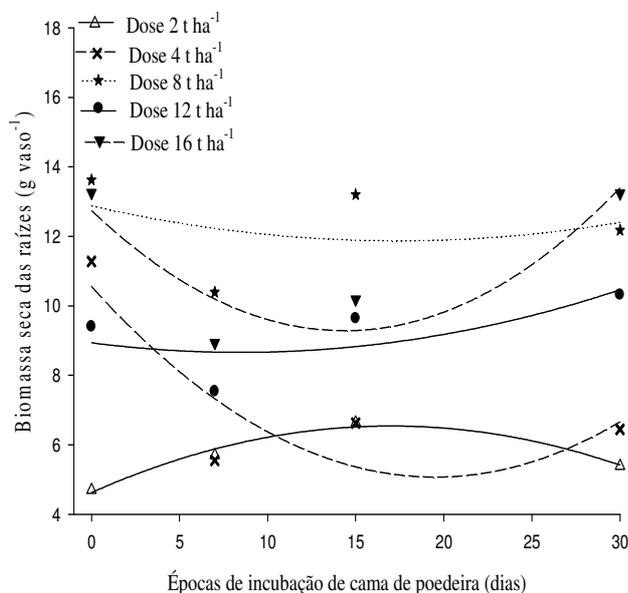


Figura 20. Biomassa seca das raízes de milho aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias) nas diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha⁻¹).

Tabela 24. Coeficientes da equação de regressão, $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, para biomassa seca das raízes de milho, em diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação

Doses de cama de frango (t ha ⁻¹)	Coeficiente da equação de regressão			
	b0	b1	b2	R ²
4	4,6244	0,2257	-0,0066	0,97**
7	10,5532	-0,5628	0,0144	0,73**
14	12,8745	-0,1157	0,0033	0,08**
21	8,9366	-0,0654	0,0038	0,48**
28	12,7394	-0,4817	0,0168	0,81**

** significativo a 1%.

Os resultados positivos obtidos em função do emprego de cama de poedeira, possivelmente, estão relacionados ao papel fundamental da matéria orgânica no fornecimento de nutrientes, na elevação da umidade do solo; na melhoria de sua estrutura; e no aumento da capacidade de troca catiônica, por meio da formação de complexos húmus-argila (Marchesini et al., 1988; Yamada & Kamata, 1989).

A Figura 21 e Tabela 25 apresentam as equações obtidas para os teores de P-ANTES em função de doses de cama de poedeira, nas diferentes épocas de incubação. Os teores de P-ANTES aumentaram para as épocas de incubação de cama de poedeira (0, 7, 15 e 30 dias), 16.133, 26.233, 18.633 e 23.313%, respectivamente, em relação ao teor de P inicial do solo (0,03 mg dm⁻³).

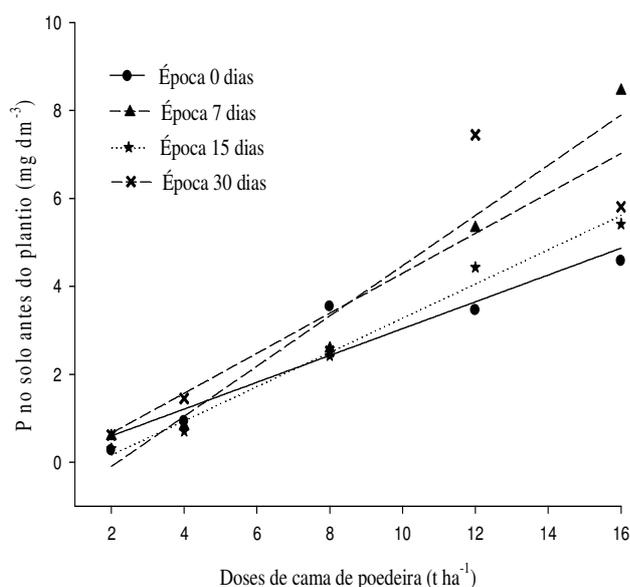


Figura 21. Teores de P no solo antes do plantio, em função de diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).

Tabela 25. Coeficientes da equação de regressão, $y= b_0+ b_1x$ para teores de P no solo antes do plantio, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango

Épocas de incubação (dias)	Coeficiente da equação de regressão		
	b0	b1	R ²
0	-0,0087	0,3048	0,88**
7	1,2382	0,5709	0,96**
15	-0,6106	0,3891	0,98**
30	0,2447	0,4543	0,78**

** significativo a 1%.

Em cinco anos de estudo, Silva & Menezes (2007), com o uso de esterco bovino associado com a adubação verde (crotalária), observaram que houve mineralização dos resíduos orgânicos, resultando num aumento significativo do P total e P disponível.

Em relação aos teores de P-ANTES, em função de épocas de incubação, nas diferentes doses de cama de poedeira, a dose de 16 t ha⁻¹, atingiu o ponto máximo correspondente a 6,87 mg dm⁻³ de P, aos 16 dias de incubação de cama de poedeira (Figura 22 e Tabela 26).

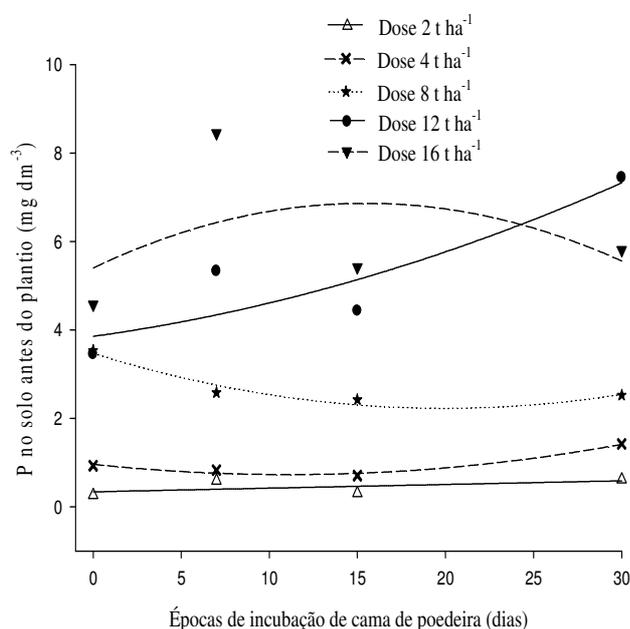


Figura 22. Teores de P no solo antes do plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias), nas diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha⁻¹).

Tabela 26. Coeficientes da equação de regressão, $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, para teores de P no solo antes do plantio, em diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação

Doses de cama de frango (t ha ⁻¹)	Coeficiente da equação de regressão			
	b0	b1	b2	R ²
4	0,3393	0,0083		0,33**
7	0,9599	-0,0428	0,0019	0,97**
14	3,4698	-0,1246	0,0033	0,94**
21	3,8557	0,0553	0,0020	0,81**
28	5,4020	0,1895	-0,0061	0,17**

** significativo a 1%.

Esses resultados corroboram com os dados de Tiessen et al. (1992), os quais demonstram que a calagem e a adição de matéria orgânica alteram a dinâmica das transformações do P no solo. Vários outros estudos comprovam a influência da matéria orgânica sobre as transformações de P no solo (Hedley et al., 1982; Tokura et al., 2002).

Os teores de P no solo após 45 dias do plantio, em função de doses de cama de poedeira, considerando todas as épocas de incubação, apresentaram modelos quadráticos para as equações. Quando a cama de poedeira não foi incubada (0 dia), o teor de P foi máximo com a dose de 10,72 t ha⁻¹ de cama de poedeira, correspondendo a 4,33 mg dm⁻³ de P (Figura 23 e Tabela 27).

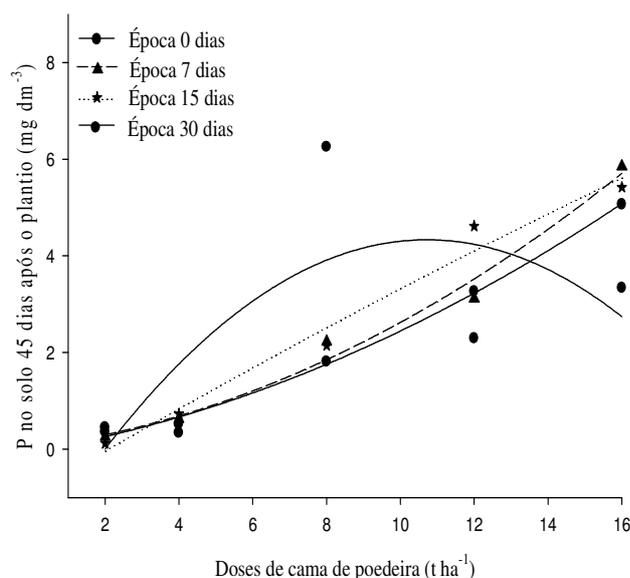


Figura 23. Teores de P no solo após 45 dias do plantio, em função de diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias).

Tabela 27. Coeficientes da equação de regressão, $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, para teores de P no solo após 45 dias do plantio, em diferentes épocas de incubação, em função de doses de cama de frango

Épocas de incubação (dias)	Coeficiente da equação de regressão			
	b0	b1	b2	R ²
0	-2,2127	1,2217	-0,0570	0,50**
7	0,0349	0,0994	0,0159	0,98**
15	-0,9325	0,4527	-0,0027	0,97**
30	-0,0481	0,1308	0,0119	0,99**

** significativo a 1%.

Em estudos realizados em cafeeiros cultivados em Latossolo Roxo distrófico, foi observado que as principais transformações de P foram devidas às alterações nos valores de pH e nos teores de matéria orgânica do solo (Pavan & Chaves, 1996). Resultados semelhantes foram obtidos por Zheng et al (2004), avaliando o efeito da aplicação de fertilizantes minerais e chorume sobre a dinâmica das formas de P no solo.

Os teores de P no solo após 45 dias do plantio, em função das épocas de incubação, nas diferentes doses de cama de poedeira foram apresentados na Figura 24 e Tabela 28.

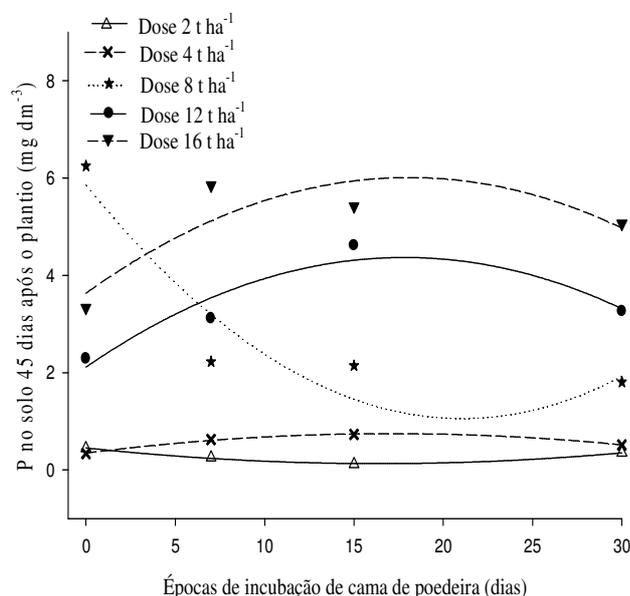


Figura 24. Teores de P no solo após 45 dias do plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias) nas diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha⁻¹).

Tabela 28. Coeficientes da equação de regressão, $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$, para teores de P no solo após 45 dias do plantio, em diferentes doses de cama de frango, em função de épocas de incubação

Doses de cama de frango (t ha ⁻¹)	Coeficiente da equação de regressão			
	b0	b1	b2	R ²
4	0,4524	-0,0392	0,0012	0,99**
7	0,3449	0,0471	-0,0014	0,99**
14	5,8546	-0,4563	0,0108	0,88**
21	2,1139	0,2530	-0,0071	0,89**
28	3,6336	0,2633	-0,0073	0,75**

** significativo a 1%.

Nas menores doses de cama de poedeira (2, 4 e 8 t ha⁻¹), os teores de P no solo diminuíram quando aumentou as épocas de incubação. Nas doses maiores doses de cama de poedeira (12 e 16 t ha⁻¹), os maiores teores de P no solo foram obtidos aos 18 dias de incubação, com teores de P de 4,37 e 6,0 mg dm⁻³, respectivamente (Figura 24 e Tabela 28).

Na Tabela 29 estão apresentadas às médias dos teores de P-FOLHA após 45 dias do plantio em função de diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias). Não foi possível ajustar nenhum modelo de regressão para a característica avaliada. Os maiores teores de P na folha foram encontrados com 7 dias de incubação, na dose de 8 t ha⁻¹ de cama de poedeira, decrescendo em seguida, com o aumento das doses de cama de poedeira.

Tabela 29. Teores de P na folha após 45 dias do plantio, em função de diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha⁻¹), nas diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias)

Doses de cama de poedeira (t ha ⁻¹)	Épocas de incubação (dias)			
	0 dias	7 dias	15 dias	30 dias
	dag kg ⁻¹			
2	0,1525	0,2425	0,1100	0,1425
4	0,2225	0,1125	0,1450	0,1175
8	0,1075	0,2525	0,1050	0,1800
12	0,2225	0,1125	0,1450	0,1175
16	0,1100	0,1100	0,1475	0,1525

Os teores de P na folha aos 45 dias após o plantio, em função de diferentes épocas de incubação, nas diferentes doses de cama de poedeira, foram apresentadas na Tabela 30, não sendo possível ajuste de nenhum modelo de equação de regressão para os parâmetros apresentados.

Os maiores teores de P na folha foram encontrados nas menores épocas, 0 e 7 dias de incubação de cama de poedeira, em que foram obtidos 0,2225 e 0,2525 dag kg⁻¹ de P, respectivamente.

Tabela 30. Teores de P na folha após 45 dias do plantio, em função de diferentes épocas de incubação (0, 7, 15 e 30 dias), nas diferentes doses de cama de poedeira (2, 4, 8, 12 e 16 t ha⁻¹)

Épocas de incubação (dias)	Doses de cama de poedeira (t ha ⁻¹)				
	2	4	8	12	16
	dag kg ⁻¹				
0	0,1525	0,2225	0,1075	0,2225	0,1100
7	0,2425	0,1125	0,2525	0,1125	0,1100
15	0,1100	0,1450	0,1050	0,1450	0,1475
30	0,1425	0,1175	0,1800	0,1175	0,1525

Neste experimento, os resultados dos teores de P na folha não tiveram relação com os teores de P no solo antes e após o plantio do milho. A ausência de correlação entre os teores de P no solo, extraídos pelo Mehlich-1, com os teores de P acumulados na biomassa seca de folhas e colmos de milho podem estar associado ao alto teor de argila de solo e ao efeito da calagem no pH do solo.

Em solos argilosos com altos valores de pH, o teor de P-Mehlich-1 pode ser superestimado, em razão do aumento do poder de extração, uma vez que o pH inicial de 1,2 da solução de Mehlich-1 é rapidamente elevado para valores próximos ao do solo (Novais & Smyth, 1999).

Para se chegar a valores de correlação positivos seria ideal a utilização de P extraível com NaOH 0,1 mol L⁻¹, que representa principalmente o fósforo adsorvido à superfície de compostos cristalinos e mal cristalizados, notadamente os óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, bem como o fósforo adsorvido a compostos orgânicos (Olsen & Sommers, 1982).

4. CONCLUSÕES

As doses de cama de poedeira são superiores ao tratamento mineral em todas as características avaliadas.

A altura das plantas, biomassa seca de folhas e colmos e das raízes, teores de P no solo antes e após 45 dias do plantio e teores de P na folha atingem seus pontos de máximos à partir da dose de 8 t ha⁻¹, quando a cama de poedeira não é incubada antes do plantio do milho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELLIZZI, N.C.; MARCHINI, L.C.; TAKAHASHI, R. Híbridos de amoreira adubados com matéria orgânica e gesso agrícola na produção de bicho-da-seda. **Scientia Agrícola**, v. 58, n.2, p.349-355, 2001.

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, v.113, n.1, p. 73-85, 1974.

CRUZ, C.D. Programa GENES: Aplicativo com potencial em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Produção de Informação, 1997. 212p. (Documentos, 1).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 2 ed. 2006. 306p.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In...45a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258.

HAHN, L. **Processamento da cama de aviário e suas implicações nos agroecossistemas**. 2004. 130p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

HEDLEY, M.J.; STEWART, J.W.B.; GHANUHAN, B.S. Changes in inorganic soil phosphorus fractions induced by cultivation practices and laboratory incubations. **Soil Soc. Am. J.**, v.46, p.970-976, 1982.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário. 2007. **Produção avícola municipal**. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: 10 out. 2008.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ceres, 1985. 492p.

MARCHESINI, A.; ALLIEVI, L.; COMOTTI, E.; FERRARI, A. Long-term effects of quality compost treatment on soil. **Plant and Soil**, v.106, p.253-261, 1988.

MARINCEK, S.P. Efeitos de diferentes tipos de adubação orgânica na amoreira (*Morus alba* L.). 1995. 29p. Monografia (Graduação) – Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal.

MATOS, E.S.; MENDONÇA, E.S.; VILLANI, E.M.A.; LEITE, L.F.C.; GALVÃO, J.C. Formas de fósforo no solo em sistemas de milho exclusivo e consorciado com feijão sob adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.625-632, 2006.

NOVAIS, R.E.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV/DPS, 1999. 399p.

OLSEN, S.R.; SOMMERS, L.E. Phosphorus. In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H.; KEENEY, D.R., eds. **Methods of soil analysis**. Part 2. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, 1982. p.403-430 (Agronomy Monograph, 9).

PAVAN, M.A.; CHAVES, J.C.D. Alterações nas frações de fósforo no solo associadas com a densidade populacional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p.251-256, 1996.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba. Ceres, 1991. 343p.

RAMOS, M.B.M.; VIEIRA, M.C.; ZÁRATE, N.A.H.; SIQUEIRA, J.M.; ZIMINIANI, M.G. produção de capítulos florais da camomila em função de populações de plantas e da incorporação ao solo de cama de aviário. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.3, p.566-572, 2004.

RECH, E.G.; FRANKE, L.B.; BARROS, I.B.I. Adubação orgânica e mineral na produção de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.2, p.110-116, 2006.

SANYAL, S.K.; DE DATTA, S.K. Chemistry of phosphorus transformations in soil. **Soil Science**, Baltimore, v.16, p.1-120, 1991.

SILVA, F.C. (organizador). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa solos. Brasília, 1999. 370p.

SILVA, T.O.; MENEZES, R.S.C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. II – Disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.51-61, 2007.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 416 p.

SOUZA, R.F.; FAQUIN, V.; TORRES, P.R.F.; BALIZA, D.P. Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.975-983, 2006.

TIESSEN, H.; SALCEDO, I.H.; SAMPAIO, E.V.S.B. Nutrients and soil organic matter dynamic under shiftig cultivation in semi-arid northeastern Brazil. **Agric. Ecosyst. Environ.**, v.39, p.139-159, 1992.

TOKURA, A.M.; FURTINI NETO, A.E.; CURI, N.; FAQUIN, V.; KURIHARA, C.H.; ALOVISI, A.A. Formas de fósforo sob plantio direto em razão da profundidade e tempo de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1467-1476, 2002.

VILLANI, E.M.A. **Carbono, nitrogênio e fósforo da biomassa microbiana: métodos de avaliação e influência da adubação fosfatada em plantações de eucalipto**. 2003. 56p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

YAMADA, H.; KAMADA, H. Agricultural technological evaluation of organic farming and gardening I. Effects of organic farming on yields of vegetables and soil physical and chemical properties. Bulletin of the Agricultural Research Institute of Kanagawa Prefecture, v.130, p.1-13, 1989.

ZÁRATE, N.A.H.; VIEIRA, M.C.; BRATTI, R. Efeitos da cama de frangos e da época de colheita sobre a produção e a renda bruta da cebolinha “todo ano”. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.33, n.2, p.73-78, 2003.

ZHENG, Z.; McLEOD, J.A.; SANDERSON, J.B.; LAFOND, J. Soil phosphorus dynamics after annual applications of mineral fertilizers and liquid dairy manure: Fractionation and path analyses. **Soil Sci.**, v.169, p.449-456, 2004.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para uma melhor utilização de resíduos provenientes da criação de animais é necessário estudos que avaliem também a velocidade de decomposição do composto orgânico no solo.

Quanto ao P, a utilização de um método de análise ou extração (extrator químico) que demonstre a quantidade de P potencialmente disponível para a planta, possibilitará a utilização de doses do resíduo orgânico adequadas, evitando a utilização de quantidades excedentes ou limitantes de P para a planta.

Para a utilização do resíduo raspa de vala da suinocultura no milho é necessário estudos com doses superiores a 8 t ha^{-1} , para se determinar a dose adequada ao desenvolvimento de plantas de milho.

A cama de poedeira, por apresentar quantidades de nutrientes superiores aos demais e melhor desenvolvimento inicial das plantas de milho, doses superiores a 8 t ha^{-1} se apresenta como a melhor opção entre os resíduos estudados, para a utilização como fonte de P para o desenvolvimento inicial de plantas de milho.