Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Parâmetros fitométricos e produtividade da cultura do milho com aplicação de cama de aviário em sistema de preparo convencional do solo e plantio direto[1]

Phytometrics parameters and yield of maize in fertilization With poultry litter in system conventional tillage and no-tillage

Ana Maria Conte[2], Osvaldo Sato [2], Eduardo Meneghel Rando[2], Claudemir Zucarelli[3], Kleber Henrique dos Santos[3]

[1] Projeto de pesquisa financiado pelo CNPq
[2] Universidade Estadual do Norte do Paraná/Campus Luiz Meneghel-Bandeirantes, Rod. BR 369, Km, 54 – Bandeirantes/PR CEP: 86360-000. Telefone 55(43) 3542 8048. E-mail acastro@uenp.edu.br.
[3] Universidade Estadual de Londrina (UEL), Centro de Ciências Agrárias/Agronomia, Londrina, PR

Recebido em: 21/08/2012 Aceito em: 28/04/2014

Resumo. Dada a preocupação ambiental de dar destino aos resíduos de origem animal, como também nas questões econômicas e sociais de melhoria de qualidade de vida dos produtores rurais e da escassez de trabalhos científicos sobre fontes e doses de aplicação desses produtos no meio agrícola, elaborou-se este trabalho a fim de estudar os efeitos da aplicação de diferentes doses e fontes de cama de aviário e de adubo mineral no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho, avaliados pela altura da planta, número de folhas, diâmetro do colmo, massa da matéria seca da parte aérea da planta. O trabalho foi conduzido em duas áreas, uma em plantio convencional (Ibaití/PR) e uma em plantio direto (Abatiá/PR), na região do Norte do Paraná. Foram utilizados treze tratamentos, sendo uma testemunha (adubação mineral) e três tipos de cama de aviário (palha de arroz, maravalha e casca de amendoim) em quatro doses (2,5; 5; 10 e 20 t ha^{-1}) suplementadas com 1/3 da dose recomendada de adubação mineral. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 3x4+1 e os dados comparados pela análise de variância utilizando o teste de Tukey 5%. Os melhores resultados foram com as camas de aviário suplementadas com 1/3 das doses recomendadas de adubos minerais que produziram plantas com maior altura, número de folhas e massa de matéria seca avaliadas aos 50 DAE, tanto no plantio direto como no convencional e, no diâmetro do colmo e na produtividade no sistema convencional em comparação com a aplicação apenas da adubação mineral.

Palavras-chave: cama de frango, *Zea mays*, adubação orgânica.

Abstract. Given the environmental concern of giving target animal waste, but also in economic and social issues to improve quality of life of farmers and shortage of scientific studies on sources and rates of application of these products in an agricultural environment, this work was elaborated in order to study the effects of application of the different doses and sources of the poultry manure and mineral fertilizer in the development of maize as assessed by plant height, leaf number, stem diameter, dry weight of plant tops. The work was conducted in two areas, one in conventional tillage. (Ibaiti/PR) and a no-tillage (Abatiá/PR) in the northern region of Parana. We used thirteen treatments and a control (mineral fertilizer) and three types of manure (rice straw, wood shavings and peanut hulls) in four doses (2.5, 5, 10 and 20 ha $^{-1}$) supplemented with 1/3 of the recommended dose of mineral fertilizer. The experimental design was a randomized block in factorial arrangement 3x4+1 and the data were compared by analysis of variance using the Tukey test at 5%. The best results were with the poultry litter supplemented with 1/3 the recommended dose of mineral fertilizers that produced plants with greater height, leaf number and dry weight recorded at 50 DAE, both as in conventional tillage and in stem diameter and yield compared with the conventional system with only mineral fertilizer application

Keywords: poultry litter, Zea mays, organic fertilizer.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Introdução

O uso de técnicas que promovam o aumento da produtividade das plantas é fundamental para o desenvolvimento sustentável da agropecuária. Muitos agricultores e técnicos buscam definir "pacotes tecnológicos" para a adubação do milho, porém, há dificuldade de indicar um modelo de manejo da adubação que possa ser considerado padrão ou ideal para a cultura, para os diferentes manejos de solo (sistema de plantio direto e preparo convencional de solo), sobretudo considerando a competitividade do setor e as inconstâncias do mercado de grãos e do custo de fertilizantes. É importante identificar as diferenças entre os sistemas de produção de milho que tem implicações na definição da estratégia de adubação e buscar subsídios para um diagnóstico consistente, pré-requisito para uma tomada de decisão sensata e que represente maior garantia de retorno da cultura. Em qualquer caso, é conveniente identificar um ponto de equilíbrio entre investimento e retorno em produtividade física e econômica (Resende & Santos, 2010).

No Brasil, o milho é um dos principais cereais cultivados e consumidos, sendo um dos mais importantes produtos agrícolas do mundo (Fornazieri, 1999). Sua importância econômica é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. O uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo (EMBRAPA, 2002).

A utilização de cama de aviário como fonte de nutrientes para a agricultura proporciona uma destinação adequada deste resíduo, bem como pode contribui para reduzir os custos de produção e a dependência de insumos externos à propriedade (Oliveira, 1997).

A constituição dos resíduos orgânicos aplicados como forma de adubação em culturas é muito variada, principalmente por que eles provêm de diferentes fontes, e entre os diversos resíduos, pode-se citar a cama de aviário, que pode também apresentar diferentes materiais em sua composição, como palha de arroz, casca de amendoim, de café, maravalha entre outros restos culturais. (Konzen, 2003).

Para aumentar a produtividade de uma cultura, uma das formas é a nutrição adequada utilizando-se de programas de adubação que considerem além da quantidade e da qualidade do fertilizante fornecido, o balanço de nutrientes requeridos, aliados às condições climáticas adequadas. Entre as vantagens do uso de materiais orgânicos na adubação de lavouras está seu uso como fonte de nutrientes, pois possuem nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes, além de proporcionarem melhor estruturação do solo (Malavolta, 1981 e Anglian, 1991).

Para diminuir o impacto ambiental do aproveitamento dos resíduos de origem animal deve-se: evitar o excesso de, principalmente N, P, Cu e Zn nas rações; tratar os resíduos para inativar os organismos patogênicos; limitar a quantidade de nutrientes à capacidade de extração das plantas em cada solo; analisar, periodicamente, o solo e as águas superficiais e subterrâneas para detectar sua eventual poluição e contaminação; acompanhar o desenvolvimento das plantas para detectar eventuais anomalias e utilizar espécies de plantas com alta e seletiva capacidade de extração de nutrientes e remoção de excedentes no solo (Palhares et al., 2003).

Entretanto, Tedesco et al. (2008) relatam que as concentrações de nutrientes nos estercos são baixas e nem sempre balanceadas, sendo que na cama de aviário de terceiro lote, a concentração média é de 3,2 % de N, 3,5 % de P_2O_5 e 2,5 % de K_2O e teor de matéria seca de 70%, o que, portanto, não atende de modo equilibrado, o requerimento nutricional da cultura.

Dentre os estercos, o mais concentrado em nutrientes é o de aves (Silva, 2008). Para evitar risco de imobilização dos elementos no solo, para a cultura implantada em sequência à aplicação, dada a baixa velocidade de decomposição dos resíduos orgânicos, Séguy et al. (2001) consideram conveniente alternativas de manejo que determinem a importância de uma palhada como fonte de nutricional e condicionadora do solo, e que resultem em subprodutos ricos em nutrientes melhorando suas características químicas, físicas e biológicas.

Considerando os relatos expostos, elaborou-se esse trabalho com a finalidade de avaliar o efeito de diferentes doses de cama de aviário com diferentes composições, suplementadas com adubação mineral no desenvolvimento e produtividade da cultura do milho, no sistema de plantio direto e preparo convencional de solo.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Material e Métodos

O experimento foi instalado em duas áreas no Norte do Paraná, uma no município de Abatiá, sob sistema de plantio direto (PD), com solo classificado como Latossolo Vermelho eutroférrico (EMBRAPA, 2006), localizada à longitude W 50º 18'46'' e latitude S 23º 18'14'', com altitude média de 620 metros, e outra em Ibaití, sob cultivo convencional (PC), sendo o solo um Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico (EMBRAPA, 2006), localizada à longitude W 50º 11'16'' e latitude S 23º 50'56'', com altitude média de 850 metros, Os experimentos foram conduzidos no período de setembro de 2008 a abril de 2009.

As amostras de solo foram retiradas às profundidades de 0-10 e 10-20 cm, para a localidade de Abatiá no sistema de plantio direto, e apresentaram respectivamente os seguintes resultados: pH 5,4 e 5,6 em $CaCl_2$ 0,01 mol L^{-1}; 29,5 e 22,8 g dm^{-3} de M.O. determinadas pelo método Walkley-Black; 0,0 e 0,0 $cmol_c$ dm^{-3} de Al e 12,5 e 11,7 $cmol_c$ dm^{-3} de Ca^{+2} e Mg^{+2} extraídos com KCl 1 mol L^{-1}; 10,9 e 8,9 mg dm^{-3} de P e 0,95 e 0,76 $cmol_c$ dm^{-3} de K extraídas pela solução de Mehlich 1; 3,90 e 3,79 $cmol_c$ dm^{-3} de $H^+ + Al^+$ extraído com solução SMP; e 13,45 e 12,46 mg dm^{-3} de S . Para a localidade de Ibaití no sistema de cultivo convencional, as amostras foram retiradas às profundidades de 0-20 e 20-40 cm, e apresentaram respectivamente os seguintes resultados: pH 4,8 e 4,6; 24,2 e 12,1 g dm^{-3} de M.O.; 0.1 e 0,4 $cmol_c$ dm^{-3} de Al e 5,0 e 4,6 $cmol_c$ dm^{-3} de Ca^{+2} e Mg^{+2}; 4,1 e 3,3 mg dm^{-3} de P; 0,30 e 0,22 $cmol_c$ dm^{-3} de K; 3,99 e 4,52 $cmol_c$ dm^{-3} de $H^+ + Al^+$ e 5,30 e 4,82 mg dm^{-3} de S.

Na Figura 1 encontram-se os índices pluviométricos nos municípios de Abatiá (PD) e Ibaití (PC), respectivamente, no período referente ao ciclo de desenvolvimento da cultura do milho (início 1º de outubro).

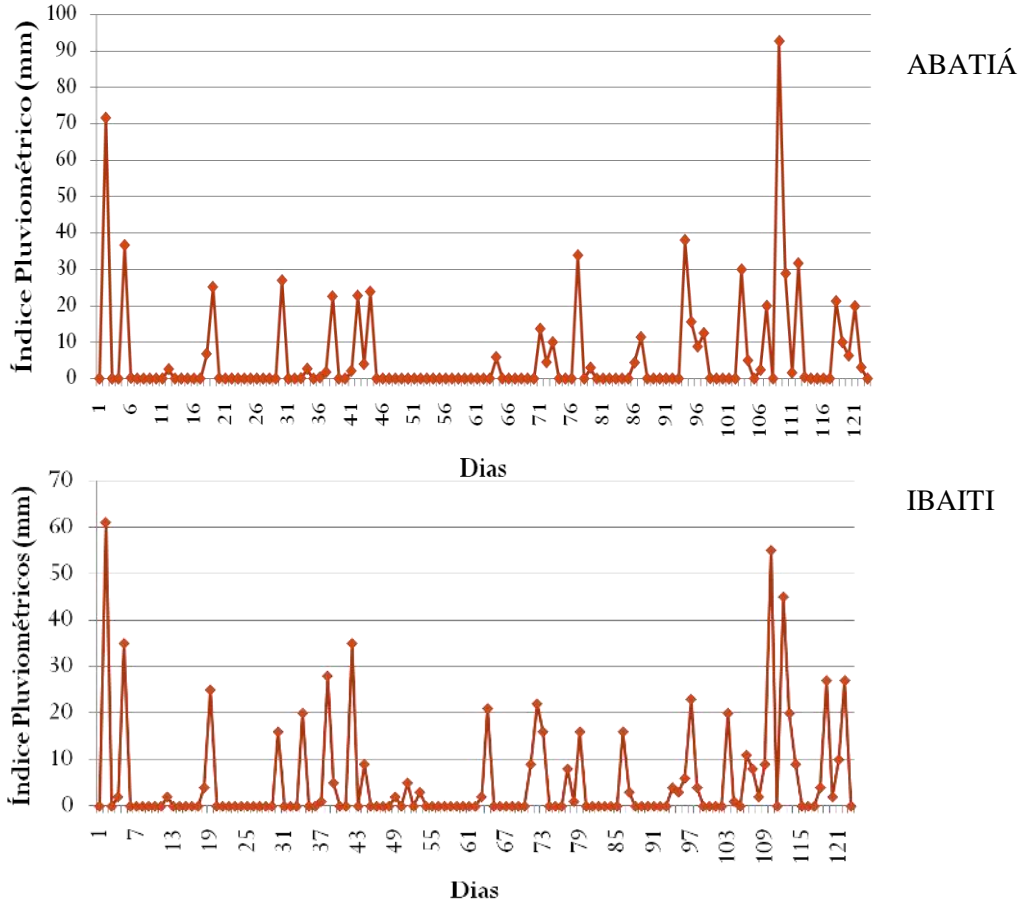


Figura 1. Representação do índice pluviométrico no município de Abatiá (plantio direto) e Ibaití (preparo convencional do solo) respectivamente no período referente ao ciclo de desenvolvimento da cultura do milho (início 1° de outubro)

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

As camas de aviário, todas a partir do 3º lote, foram obtidas de avicultores comerciais e avaliadas quanto às suas características químicas, conforme apresentado na Tabela 1

Tabela 1. Caracterização das camas de aviário utilizadas nos experimentos.

Parâmetros	Palha de arroz		Maravalha		Casca de amendoim	
	Material natural	Matéria seca à 65ºC	Material natural	Matéria seca à 65ºC	Material natural	Matéria seca à 65ºC
Matéria seca (%)	80,02	-	74,28	-	79,48	-
pH em $CaCl_2$	8,16	-	8,38	-	8,36	-
Relação C/N	7,3	7,3	7,9	7,9	7,8	7,8
N total (%)	3,08	3,85	2,74	3,69	3,00	3,78
C.org.total (%)	22,57	28,20	21,73	29,25	23,37	29,40
P_20_5 total (%)	1,82	2,27	2,21	2,98	1,95	2,45
K_20 (%)	2,40	3,00	1,86	2,50	2,38	3,00

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 3x4+1 composto por três tipos de cama de aviário: palha de arroz (CAPAR), maravalha (CAMAR) e casca de amendoim (CAPAM), e quatro doses de adubação (2,5; 5; 10 e 20 t. ha^{-1}) e uma testemunha composta de adubação mineral (AM).

Para a testemunha a adubação de base, no sistema de plantio direto foi realizada com 150 kg de 10-20-20 ha^{-1} no plantio +100 kg ha^{-1}de uréia em cobertura e para o sistema de preparo convencional (aração e gradagem) foi de 250 kg de 10-20-20 ha^{-1} no plantio +100 kg uréia em cobertura.

Nos tratamentos que receberam cama de aviário, foi aplicado 1/3 da dose da adubação mineral para o sistema de plantio direto (50 kg de 10-20-20 ha^{-1} no plantio + 30 kg ha^{-1}de uréia em cobertura) e para o sistema de preparo convencional (85 kg de 10-20-20 ha^{-1} no plantio + 30 kg uréia em cobertura), suplementando assim, as diferentes fontes e doses de cama de aviário, conforme o sistema de cultivo.

Utilizando-se os dados da Tabela 1 e as diferentes doses de cama de aviário descritas nos tratamentos, elaborou-se a Tabela 2, na qual são apresentadas as quantidade em kg ha^{-1} de N, P_20_5 e K_20, utilizadas no experimento.

Tabela 2. Quantidade (kg ha^{-1}) de N, P_20_5 e K_20 em função das doses e fontes de cama de aviário.

Nutrientes	Doses de cama de aviário (t ha^{-1})	Palha de arroz	Maravalha	Casca de amendoim
		----------(kg ha^{-1})----------		
N	2,5	77	68,5	75
	5	154	137	150
	10	308	274	300
	20	616	548	600
P_20_5	2,5	45,5	55,25	48,75
	5	91	110,5	97,5
	10	182	221	195
	20	364	442	390
K_20	2,5	60	46,5	59,5
	5	120	93	119
	10	240	186	238
	20	480	372	476

Cada parcela experimental foi composta de 9,0 metros de comprimento por 5,0 metros de largura, com área útil de 45 m^2, espaçados de 0,9 m entre linhas e 0,20 m na linha, totalizando aproximadamente 55.550 plantas ha^{-1}.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

O experimento localizado no município de Abatiá (PD) foi implantado em 27/09/2008, utilizando o híbrido Coodetec CD-308. Para o experimento no município de Ibaití (PC), o solo foi corrigido com calagem na dose de 3,5 t ha^{-1}, e o experimento instalado em 01/10/2008, utilizando o híbrido Agrosciences 2B-710.

Aos 50 DAE (dias após a emergência), em 24 de novembro de 2008, foram avaliados os parâmetros: altura de planta (medidas com trena desde a superfície do solo até a bainha da folha bandeira); número de folhas totalmente desdobradas; diâmetro de colmo em mm (avaliado a 10 cm da superfície do solo com auxílio de paquímetro e massa seca da parte aérea de planta). Na colheita, em 06/02/2009 na área sob sistema de preparo de solo convencional, e em 13/02/2009 na área sob plantio direto, foram amostrados três metros coletando todas as espigas para determinação de peso da espiga, diâmetro da espiga e após trilhadas mecanicamente, os grãos foram pesados (equivalente a 13% de umidade) obtendo-se a produtividade em kg ha^{-1}.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os efeitos da adubação mineral e da aplicação de cama de aviário suplementado com adubo mineral no desenvolvimento da cultura de milho foram avaliados através dos parâmetros de produção da parte aérea e apresentados por área sob plantio direto e sob preparo do solo convencional.

Os dados da altura de planta de milho, influenciadas pelas diferentes fontes e doses de cama de aviário e adubação mineral, são apresentados na Tabelas 3. Para a área sob plantio direto em Abatiá, a dose de 20 t ha^{-1} de cama de aviário suplementada com 1/3 da adubação mineral, independente da fonte utilizada resultaram em plantas mais altas do que a dose de 2,5 t ha^{-1}, porém, ambas as doses não diferiram das doses de 5 e 10 t ha^{-1}. Essa observação pode ser enfatizada pela quantidade de nutrientes N, $P_2 05$ e $K_2 0$ em kg ha^{-1}, contidas nas diferentes camas em função das doses de 2,5 e 20 t ha^{-1}, conforme se observa na Tabela 2. No sistema convencional, todas as fontes e doses de cama de aviário utilizadas, suplementadas com 1/3 da adubação mineral, apresentaram plantas mais altas do que aquelas onde se aplicou somente adubação mineral, enfatizando a importância da utilização de matéria orgânica no solo. Segundo Abichequer et al. (2007), a utilização de cama de frango na cultura do milho, na dose de 50 t ha^{-1} de cama proporcionou crescimento intermediário, não se diferenciando da dose de 7 t ha^{-1} e nem da adubação mineral. O comportamento semelhante no crescimento intermediário da planta de milho, com utilização de cama de frango e da adubação mineral, pode ser devido à velocidade de decomposição dos resíduos orgânicos no solo, que segundo Séguy et al. (2001) tem implicações importantes na liberação de nutrientes para as plantas, havendo risco de resultar em deficiência de nutrientes no solo para a cultura implantada em sequência à aplicação, principalmente em espécie anual como o milho.

Para o sistema de preparo convencional de solo, não houve diferença significativa na altura das plantas de milho, com a utilização das diferentes fontes e doses de cama de aviário.

Os adubos formulados à base de camas de frango, uma vez suplementados com 1/3 de adubo da fórmula 10-20-20 no plantio (50 kg ha^{-1} na área sob plantio direto e 70 kg ha^{-1} na área sob sistema convencional) e 1/3 de uréia em cobertura (30 Kg ha^{-1}), podem ter atendido as necessidades de nutrientes solúveis nos períodos em que inicia a definição da produção potencial de milho com as plantas com quatro folhas, estádio que pode acontecer com duas semanas de emergência, como ressaltam Fancelli & Dourado Neto (1996). A adubação em cobertura, efetuada aos 30 DAE, aplicada ao lado das plantas, no estádio de 6 a 8 folhas totalmente desdobradas, como recomendada por Raij et al. (1997), também pode ter propiciado diferenças significativas com plantas mais altas do que as plantas da testemunha que utilizou somente adubação mineral, enfatizando a importância do uso de material orgânico no solo.

O material orgânico é importante como fornecedor de nutrientes e também como condicionador do solo, acarretando plantas do ponto de vista de nutrição mineral, mais sadias, e consequentemente resultando em plantas mais altas, como nos resultados obtidos por Abichequer et al. (2007), cujas plantas independente dos locais, fontes e doses de aplicação do material orgânico apresentaram 1,82 m se comparada a testemunha com 1,22 m, ou seja 0,60 m de diferença.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Tabela 3. Altura de plantas de milho aos 50 DAE (cm) em função de doses e fontes de cama de aviário em áreas nos sistemas de plantio direto em Abatiá-PR e convencional em Ibaití-PR,

Fontes	**Doses (t ha^{-1})**				
	2,5	**5**	**10**	**20**	**Média** [(1)]
			Plantio Direto		
Palha de Arroz	118,88	128,88	129,62	149,25	131,65 A
Maravalha	117,38	132,37	132,62	145,25	131,91 A
Casca de Amendoim	131,00	130,25	137,39	132,49	132,79 A
Média [(1)]	122,41b	130,5ab	133,21ab	142,33a	
Testemunha			**93,63 B**		
CV (%)			9,44		
DMS	Fontes = 10,53		Doses = 13,40		
F	Test = 36,81**		Fontes = 0,04 ns	Doses = 5,44**	
			Convencional		
Palha de Arroz	181,33	170,13	171,50	184,63	176,89 A
Maravalha	181,50	186,88	197,13	186,00	187,88 A
Casca de Amendoim	174,88	192,88	179,00	184,50	182,81 A
Média [(1)]	179,23a	183,29a	182,54a	185,04a	
Testemunha			**151,37 B**		
CV (%)			8,83		
DMS	Fontes = 13,74		Doses = 17,49		
F	Test = 14,16**		Fontes = 1,91 ns	Doses = 0,28 ns	

[(1)] Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey. ** - significativo a 1% de probabilidade; ns - não significativo

Quanto aos dados de diâmetro do colmo de plantas de milho submetidas às diferentes doses e fonte de cama de aviário (Tabela 4), observa-se que para a área de plantio direto, a dose de 20 t ha^{-1} de cama de aviário suplementada com 1/3 da adubação mineral, independente da fonte utilizada produziram maiores diâmetros de colmo de plantas de milho do que a dose de 2,5 t ha^{-1}, porém, ambas as doses não diferiram das de 5 e 10 t ha^{-1}. No sistema convencional, pode-se observar que o diâmetro de colmo de plantas de milho não teve diferença estatística nem entre as fontes e nem entre as diferentes doses de cama de, mas foi superior à aplicação de adubação mineral (testemunha).

O diâmetro do colmo de plantas de milho é um importante parâmetro, pois a fragilidade das plantas ao acamamento pode estar associada a essa variável. As diferenças no desenvolvimento dos colmos das plantas apresentadas pelos tratamentos com cama de aviário, independente das fontes e doses, suplementadas com 1/3 de adubação mineral, em relação à testemunha, demonstra a importância da matéria orgânica no solo.

Uma das principais características físicas do solo em que a matéria orgânica atua, é a formação e manutenção de agregados no solo, aumentando a capacidade de retenção e a infiltração de água, entre outras, que são fundamentais à capacidade produtiva do solo (Mielniczuk, 2008).

Assim a ausência de aplicação de material orgânico no tratamento testemunha, indicando a não formação de agregados, pode ser atribuído ao menor desenvolvimento de plantas quando se utilizou apenas a adubação mineral, ocorrido no sistema convencional, e isso pode ter sido agravado no sistema de plantio direto, devido à escassez de água nos períodos críticos que afetam o desenvolvimento das plantas de milho, principalmente no estádio vegetativo, como se pode observar na Figura 1, reforçando a importância da matéria orgânica no sistema de plantio direto, na retenção de água no solo com reflexos da produção da planta.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Tabela 4. Diâmetro do colmo de plantas de milho (mm) em função de doses e fontes de cama de aviário em áreas nos sistemas de plantio direto em Abatiá-PR e convencional em Ibaití-PR.

Fontes	**Doses (t ha^{-1})**				
	2,5	**5**	**10**	**20**	**Média** [(1)]
			Plantio Direto		
Palha de Arroz	25,82	26,56	26,84	28,54	26,94 A
Maravalha	24,38	25,82	25,68	29,21	26,29 A
Casca de Amendoim	25,95	25,69	28,25	26,79	26,67 A
Média [(1)]	25,38b	26,05ab	26,92ab	28,18a	
Testemunha			**25,89 A**		
CV (%)			7,93		
DMS	Fontes = 1,82		Doses = 2,31		
F	Test = 0,47 ns		Fontes = 0,38 ns	Doses = 3,94*	
			Convencional		
Palha de Arroz	27,28	27,94	27,56	27,28	27,52ª
Maravalha	26,04	28,41	28,94	28,97	28,09ª
Casca de Amendoim	27,64	27,19	28,00	28,64	27,87ª
Média [(1)]	26,99a	27,85a	28,17a	28,30a	
Testemunha			**25,45 B**		
CV (%)			4,95		
DMS	Fontes = 1,18		Doses = 1,50		
F	Test =11,07**		Fontes = 0,72 ns	Doses = 2,23 ns	

[(1)] Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey. * - significativo a 5% de probabilidade ** - significativo a 1% de probabilidade; ns - não significativo

O número de folhas para os experimentos sob plantio direto e convencional está apresentado na Tabela 5. Houve interação entre as diferentes fontes e doses na área sob plantio direto, sendo que a cama de aviário com a maravalha na dose 2,5 t ha^{-1} produziram plantas com menor número de folhas em relação ao da dose de 20 t ha^{-1}, e essa diferença manteve-se em todas as fontes de cama de aviário, no sistema convencional. Além disso, na dose de 20 t ha $^{-1}$, houve diferença estatística entre as fontes casca de amendoim com menor número de folhas em relação à cama com maravalha. Os resultados obtidos com cama de aviário, independente de fonte e dose, suplementado com adubos minerais, produziram mais folhas do que a testemunha (somente adubação mineral), tanto no sistema plantio direto como no convencional.

A adição de matéria orgânica mostrou-se significativa no aumento do número de folhas, com reflexos na capacidade de produzir fotoassimilados, responsáveis pelo ganho da produtividade das culturas, o que se pode observar no sistema de plantio convencional (Tabela 7).

Na Tabela 6 é apresentada a massa de matéria seca (g) de plantas de milho em função de doses e fontes de cama de aviário. No sistema de planto direto, observa-se que apesar de não ter ocorrido diferença significativa entre as diferentes camas de aviário utilizadas, elas diferiram da adubação mineral. O uso de adubação orgânica incrementou em 46% a massa da matéria seca das plantas aos 50 DAE, estádio V12, pois quando se utilizou cama de aviário as plantas tiveram em média 82g e para a adubação mineral isolada as plantas pesaram em média 56g. As doses acima de 2,5 t ha^{-1} produziram maior volume de massa da matéria seca total de plantas de milho. Para a área sob cultivo convencional, detectou-se interação significativa entre as diferentes camas de aviário e as doses e, a adubação mineral (testemunha) foi inferior à

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

adubação com cama de aviário quanto à massa da matéria seca das plantas de milho.

Na interação entre doses e fontes, observou-se que a menor massa de matéria seca, quando se utilizou 2,5 t ha^{-1} é obtida com o uso de maravalha, sendo que não houve diferença estatística na cama de aviário proveniente da palha de arroz e casca de amendoim. Quando se avaliou as diferentes doses, houve menor valor de massa da matéria seca na dose de 10 t ha^{-1} tanto na palha de arroz e casca de amendoim. Nas outras doses o comportamento estatístico foi semelhante.

Tabela 5. Número de folhas de plantas de milho (mm) em função de doses e fontes de cama de aviário em áreas nos sistemas de plantio direto em Abatiá-PR e convencional em Ibaití-PR.

Fontes	**Doses (t ha^{-1})**				
	2,5	**5**	**10**	**20**	**Média** (1)
			Plantio Direto		
Palha de Arroz	12,25Aa	12,88Aa	12,62Aa	12,75ABa	12,62
Maravalha	11,75Ab	12,38Aab	12,12Aab	13,12Aa	12,34
Casca de Amendoim	12,50Aa	12,00Aa	13,00Aa	12,00Ba	12,38
Média (1)	12,17	12,42	12,58	12,62	
Testemunha			**11,50 C**		
CV (%)			5,25		
DMS		Fontes = 0,56	Doses = 0,71		Fontes x Doses=1,23
F		Test = 7,87**	Fontes = 0,90 ns		Doses = 1,23 ns
			Convencional		
Palha de Arroz	11,50	12,00	11,87	12,12	11,87A
Maravalha	11,25	11,87	11,75	11,83	11,68A
Casca de Amendoim	11,62	12,12	11,87	12,18	11,93A
Média (1)	11,45b	12,00ab	11,83ab	12,04ª	
Testemunha			**11,12 B**		
CV (%)			4,28		
DMS		Fontes = 0,43	Doses = 0,55		
F		Test = 7,30*	Fontes = 1,07 ns		Doses = 3,34*

(1) Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey. * - significativo a 5% de probabilidade; ns - não significativo

A produtividade do milho no sistema de plantio direto está apresentada na Tabela 7, onde se pode observar que não houve diferença significativa nem entre as doses nas diferentes camas e nem entre a aplicação de adubação mineral (testemunha). Segundo Meurer (2007) a produção e a produtividade das culturas são dependentes de mais de uma centena de variáveis relacionado com fatores climáticos, com fatores inerentes à própria planta e atributos (propriedades ou características) do substrato onde ela cresce. Deste modo, os resultados de baixa produtividade podem ser consequência da baixa precipitação pluvial nas fases de emergência, florescimento e formação da espiga (Fancelli & Dourado Neto, 2000).

Pode-se observar na Figura 1, que após 6 a 7 dias do início de desenvolvimento das plantas houve reduzida precipitação pluvial até cerca de 35 dias do desenvolvimento da planta. Observa-se que no plantio direto houve menores índices e pior distribuição pluviométrica que no cultivo convencional, consequentemente com maiores efeitos prejudiciais ao desenvolvimento das plantas

Embora estatisticamente não tenha ocorrido diferenças, no sistema de plantio direto, observa-se que se considerar a produtividade relativa, o uso de 20 t ha^{-1}, de cama de aviário independente da fonte

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

resultou em produtividade com média de 6109,33 kg ha $^{-1}$. Se comparada a dose de 2,5 t ha $^{-1}$, houve aumento de 35% na produtividade, resultando numa diferença de 1595,66 kg ha $^{-1}$, valores considerados relevantes para a cultura.

Tabela 6. Massa de matéria seca (g) de plantas de milho (mm) em função de doses e fontes de cama de aviário em áreas nos sistemas de plantio direto em Abatiá-PR e convencional em Ibaití-PR.

Fontes	**Doses (t ha^{-1})**				
	2,5	**5**	**10**	**20**	**Média** (1)
			Plantio Direto		
Palha de Arroz	74,29	82,23	83,54	100,56	85,15 A
Maravalha	67,04	78,19	72,68	97,03	78,73 A
Casca de Amendoim	79,08	77,68	94,50	79,23	82,62 A
Média (1)	73,47b	79,36ab	83,58ab	92,27 a	
Testemunha			**56,04 B**		
CV (%)			19,39		
DMS	Fontes = 13,43		Doses = 17,09		
F	Test = 10,43**		Fontes = 0,69 ns	Doses = 3,11*	
			Convencional		
Palha de Arroz	144,41Aa	128,18Ab	130,32Ba	137,25Aa	135,04
Maravalha	124,22Ab	140,56Aab	165,38Aa	146,13Aab	144,07
Casca de Amendoim	144,75Aa	144,02Aa	134,77Ba	158,74Aa	145,57
Média (1)	137,80	137,59	143,49	147,37	
Testemunha			**101,21 C**		
CV (%)			11,87		
DMS	Fontes = 14,19		Doses = 18,07	Fontes x doses=31.03	
F	Test = 22,27**		Fontes = 1,92 ns	Doses = 1,00 ns	

(1) Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade* - significativo a 5% de probabilidade, ns= não significativo.

Para a área de cultivo convencional, os dados de produtividade do milho (Tabela 7), demonstraram que não houve diferenças estatísticas entre as diferentes camas de aviário utilizadas, porém o uso das camas de frango foram superiores a aplicação de adubação mineral (testemunha). Nota-se que entre as doses houve diferença estatística, sendo que tanto a palha de arroz como a maravalha quando utilizadas nas doses de 2,5 t ha^{-1} não diferiram estatisticamente das doses de 20 t ha^{-1} e também das doses de 5 e 10 t ha^{-1} de casca de amendoim. Assim, recomenda-se utilizar cama de aviário proveniente da palha de arroz e maravalha na dose de 2,5 t ha^{-1}. e de casca de amendoim na dose de 5 t ha^{-1}.

Resultados semelhantes foram obtidos por Bosco Júnior et al. (2007), que estudaram doses de 5; 10; 15 e 20 t ha^{-1} de cama de frango, na produtividade da cultura do milho e concluíram que a adubação mineral e com cama de frango responderam com aumento na produtividade, embora estatisticamente não tenha diferido das diferentes doses de cama aplicadas.

A opção pelo uso de materiais orgânicos não pode se fundamentar apenas na melhoria da produtividade de uma cultura naquele ciclo, pois vários são os benefícios da sua utilização para as características químicas, físico-hídricas e biológicas do solo, que provavelmente terão reflexos positivos em cultivos subseqüentes, assim sugere-se um monitoramento dessa área, para saber os efeitos residuais desse manejo, em próximos cultivos.

De modo geral os dados relativos a todas as variáveis avaliadas, no sistema convencional,

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

mostraram que houve diferença entre a adubação com camas de aviário e a adubação mineral, e isso não foi verificado no sistema de plantio direto, para as variáveis: diâmetro do colmo e produtividade, o que pode ser atribuído à baixa e irregular distribuição de chuva que ocorreu em períodos críticos da cultura.

Tabela 7. Produtividade de plantas de milho (kg ha^{-1}) em função de doses e fontes de cama de aviário em áreas nos sistemas de plantio direto em Abatiá-PR e convencional em Ibaití-PR.

Fontes	**Doses (t ha^{-1})**				
	2,5	**5**	**10**	**20**	**Média** [(1)]
			Plantio Direto		
Palha de Arroz	4.830,75	5.764,75	5.955,00	5.770,50	5.579,75 A
Maravalha	3.721,25	5.329,50	4.948,00	6.250,25	5.062,25 A
Casca de Amendoim	4.991,00	5.412,50	5.130,00	6.307,25	5.460,18 A
Média [(1)]	4.513,67 a	5.502,25 a	5.344,33 a	6.109,33 a	
Testemunha			**5.561,75 A**		
CV (%)			28,48		
DMS	Fontes = 1.324,68		Doses = 1.685,96		
F	Test = 0,06 ns		Fontes = 0,50 ns	Doses = 2,21 ns	
			Convencional		
Palha de Arroz	8.699,00a	8.525,75ª	7.038,50b	8.739,00a	8.250,56 A
Maravalha	9.303,75a	7.136,75b	8.196,25a	7.892,25a	8.132,25 A
Casca de Amendoim	7.407,75b	8.782,75ª	8.326,50a	6.754,50b	7.817,87 A
Média [(1)]	8.470,16	8.148,42	7.853,75	7.795,25	
Testemunha			**6.891,25 B**		
CV (%)			15,05		
DMS	Fontes = 1037,51		Doses = 1320,47		
F	Test = 3,54 *		Fontes = 0,56 ns	Doses = 0,80 ns	

[(1)] Média seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha não difere estatisticamente pelo teste de Tukey.* - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo

Conclusões

A utilização de cama de aviário suplementada com 1/3 de adubação mineral, independente das fontes, poderá ser utilizada na área de plantio convencional. Os resultados obtidos no sistema de plantio direto, podem ter sido afetados pela baixa irregular distribuição pluviométrica.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro para realização do experimento.

Referências

ABICHEQUER, A.A.; OSÓRIO, C. A. S.; TONEL, M.; ALFLEN, M. P.; HATTJE, L. Crescimento de milho em Argissolo Vermelho Amarelo alcalinizado e salinizado por dose excessiva de cama de aviário. XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, **Anais…** Pelotas: SBCS, 2007. CD-ROM.

ANGLIAN, W. Manual of good practice for utilization of sewage sludge in agriculture**.** ***Cambridgeshire***, p.53, 1991.

CERETTA, C.A.; BASSO,C.J.; DIEKOW, J.; AITA, C.; PAVINATO, P.S.; VIEIRA, F.C.B.; VENDRUSCULO, E.R.O. Nitrogen fertilizer split aplication for corn in no-till succession to Black oasts. **Scientia Agrícola**, v.59, p.549-554, 2002.

BOSCO, JÚNIOR, M.; STEINER, F.; CONTRE E CASTRO, A.M.; SILVA, F. O.; SPACKI, J. Z. Desenvolvimento e produtividade da cultura do milho em resposta a adubação orgânica com cama de aviário e adubação mineral. XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, **Anais...,**Pelotas: SBCS, 2007. CD-ROM.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2002. Disponível em: www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/importancia.htm

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa - Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção do milho.** Guaíba, Agropecuária, 360p, 2000.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Cultura do milho: Aspectos fisiológicos e manejo da água. **Informações. Agronômicas**, n.73, p. 1-4, 1996.

FORNAZIERI, A.J. **Manual Brasil Agrícola: principais produtos agrícolas**. São Paulo. 1999. 527p.

KONZEN, E.A. Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aviário. In: V SEMINÁRIO TÉCNICO DA CULTURA DO MILHO, Videira, 2003. Concórdia: EMBRAPA–CNPSA, 2003, 16p. (**Informe Técnico).**

MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola: Adubos e Adubação**, 3ª Ed. Agronômica Ceres, São Paulo, 1981. 596p.

MEURER, E.J. **Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds.). Fertilidade do solo, 1ª Edição. Viçosa – MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.65-90.

MIELNICZUK, J. **Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas**. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.). Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e sub-tropicais. Porto Alegre: Metropole, 2ª Ed.rev. atual., 2008 p.1-5.,

OLIVEIRA, S. **Gestão dos resíduos sólidos urbanos na microrregião serra de Botucatu – caracterização física dos resíduos sólidos domésticos na cidade de Botucatu/SP**. Botucatu, 1997. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agronômicas, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 1997. 127p.

PALHARES, J. C. P.; LIMA, GUSTAVO, J. M. M.. Coletânia de Seminários - 2002 - Embrapa Suínos a Aves. Série Documentos, v. 82. Concórdia: EMBRAPA – CNPSA, p. 01-91, 2003

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds). Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, **Boletim técnico 100**, 2.ed.rev.atual. Campinas, Instituto Agronômico / Fundação IAC, 1997.285p.

RESENDE, A.V.; SANTOS, F.C. A melhor estratégia de adubação do milho depende do sistema de produção utilizado pelo agricultor. Disponível em: HTTP://www.paginarual.com.br/artigo/2040/a-melhor-estrategia-de-adubacao-do-milho-depende-do-sistema-de-producao-utilizado-pelo-agricultor

SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; MARONEZZI, A.C. Sistemas de cultivo e dinâmica da matéria orgânica. **Informações Agronômicas**, n.96, p. 1-32, 2001. (Encarte Técnico)

SILVA, C.A. **Uso de resíduos orgânicos na agricultura.** In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Eds). Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e sub-tropicais. Porto Alegre: Metropole, 2ª Ed.rev. atual., 2008 p.597-624.

TEDESCO, M.J.; SELBACH, P.A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F.A.O. **Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente**. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L;P.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.). Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e sub-tropicais. Porto Alegre: Metropole, 2ª Ed.rev. atual., 2008 p.113-135.