

Dose econômica e eficiência agrônômica de composto orgânico proveniente de resíduos da criação e abate de pequenos ruminantes e de adubo nitrogenado na produção de grãos de milho em Luvisolo Háplico, no semiárido cearense

Henrique Antunes de Souza¹

Lucas Vasconcelos Vieira²

Anacláudia Alves Primo³

Maria Diana Melo⁴

Tibério Sousa Feitosa⁵

Ivanderlete Marques de Souza⁴

Graziella de Andrade Carvalho Pereira³

Fernando Lisboa Guedes⁶

Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu⁷

William Natale⁸

Introdução

A cultura do milho na região Semiárida assume papel importante pela dupla finalidade de sua utilização, ou seja, para consumo humano e animal. Entretanto, os rendimentos são baixos como, por exemplo, no Estado do Ceará, cuja produtividade é cerca de 1.059 kg ha⁻¹ de grãos, valor abaixo da média da região Nordeste que foi de 2.656 kg ha⁻¹ de grãos na safra de 2013/2014 (PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 2013). Segundo a CONAB (2012), o consumo de milho no Estado do Ceará está em torno de 800 mil toneladas por ano e, considerando-se uma produção de 432 mil toneladas (safra 2013/2014), haveria necessidade de importar pelo menos 368 mil toneladas de grãos de milho para suprir as demandas do Estado.

Entre as justificativas para os baixos valores de produção, podem-se citar as condições climáticas

adversas, com precipitações abaixo das médias históricas, além da não utilização de insumos, em especial dos adubos. As avaliações agrônômicas de fertilizantes em condições semiáridas são escassas, pois esse insumo é pouco utilizado na região, sendo que os principais entraves são as condições de baixa precipitação, o que leva o agricultor ao risco do investimento sem a garantia de retorno. Além disso, há pouca informação sobre os efeitos da aplicação desses materiais, tanto em culturas agrícolas, como forrageiras (MENEZES et al., 2008; MENEZES et al., 2012). Entretanto, alguns trabalhos na literatura relatam os efeitos positivos e significativos da aplicação de fertilizantes em condições semiáridas (ARAÚJO et al., 2011; PRIMO et al., 2012; SILVA et al., 2011).

No Estado do Ceará, utiliza-se pouco fertilizante, sendo o Estado da região Nordeste com menor consumo e o vigésimo terceiro no Brasil (IPNI,

¹ Eng. Agrôn., D. Sc., Pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Fazenda Três Lagoas, Estrada Sobral- Groaíras, Km 04, Caixa Postal 145, CEP- 62010-970, Sobral/CE.

² Estudante de Pós Graduação em Crop Soiland Environmental Sciences da Universidade do Arkansas.

³ Estudante de Pós Graduação do Mestrado em Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral/CE.

⁴ Estudante de Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral/CE.

⁵ Estudante de Pós Graduação do Mestrado em Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Lavras/MG.

⁶ Biólogo, D. Sc., Pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral/CE.

⁷ Eng. Agrôn., D. Sc., Pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral/CE.

⁸ Professor da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista/UNESP-Campus Jaboticabal.

2014). O uso de materiais alternativos aos adubos minerais pode ser uma estratégia interessante para a melhoria da fertilidade do solo, especialmente pelo emprego de resíduos ou subprodutos produzidos na região. Na caprinocultura e ovinocultura, atividades agropecuárias de destaque no Nordeste brasileiro e, em particular, no Estado do Ceará, são gerados resíduos no processo de criação e abate dos animais, os quais, pelo processo de compostagem, podem gerar compostos com teores razoáveis de nutrientes, com possibilidade de emprego em áreas agrícolas. Considerando que os fertilizantes podem representar até 35% do valor dos insumos na cultura do milho (BROCH; PEDROSO, 2012), trabalhar com doses econômicas, bem como com insumos alternativos pode ser importante para a redução dos custos de produção.

Segundo Prochnow (2008), para a definição da dose de nutriente a ser aplicada, a meta deve ser sempre a de utilizar doses econômicas do fertilizante, a qual irá depender, em parte, da razão entre o preço do produto agrícola e o do adubo, além do tipo de resposta ao nutriente, na área específica.

De acordo com Rajj (1991), a lei dos incrementos decrescentes serve de base para a definição da dose mais econômica de um insumo; logo, quando o valor do aumento da produção é igual ao custo do adubo, atinge-se o nível de aplicação acima do qual o uso do fertilizante não se traduz em retorno econômico, correspondendo à chamada dose mais econômica (NATALE et al., 1996; NATALE et al., 2010; NATALE et al., 2011; RESENDE; COSTA, 2014).

Diante do exposto, realizou-se experimento de campo, no qual foi empregado fertilizante nitrogenado e composto orgânico proveniente de resíduos da criação e abate de caprinos e ovinos, com o objetivo de avaliar a dose mais econômica desses adubos na cultura do milho e calcular o índice de eficiência agrônômica do composto em relação a fertilizante mineral.

Material e Métodos

Local da pesquisa e características climáticas

A pesquisa foi desenvolvida nos campos experimentais da Embrapa Caprinos e Ovinos, no setor de Convivência com o semiárido, em solo classifi-

cado como Luvisso Háplico, conforme Santos et al. (2006). O clima da região é do tipo BShw semiárido quente, segundo a classificação de Köppen, com estação chuvosa de janeiro a junho. A temperatura média anual é de 28°C e a precipitação média histórica de 759 mm ano⁻¹. O experimento foi realizado na safra 2014 e o plantio realizado em 18 de março sendo que no período de condução a precipitação seguiu como apresentado na Figura 1.

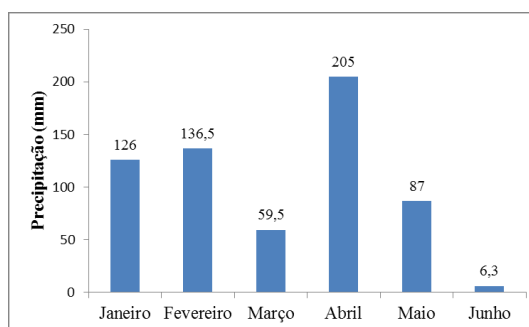


Figura 1. Precipitação mensal na área de condução do experimento nos meses de janeiro a junho de 2014.

Caracterização química e física do solo

Antes da implantação dos tratamentos, coletaram-se na área experimental 20 subamostras de solo, para compor uma amostra composta nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade, a fim de avaliar a fertilidade do solo (SILVA et al., 2009). Os atributos químicos e físicos do solo da área experimental estão apresentados, respectivamente, nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Atributos químicos do solo da área experimental.

Solo	pH	N	M.O.	P	K	Ca	Mg	Na
		(água) total						
Camada (m)		g kg ⁻¹		mg kg ⁻¹		cmol _e kg ⁻¹		
0-0,20	6,1	0,63	10,03	87	0,64	6,5	6,0	0,06
0,20-0,40	6,0	0,61	9,83	15	0,31	6,6	5,1	0,09
Solo	H+Al	Al	SB	T	V	m	PST	C.E.
Camada (m)		cmol _e kg ⁻¹			%		dS m ⁻¹	
0-0,20	1,65	0,1	13,2	14,9	89	1	1	0,31
0,20-0,40	1,98	0,1	12,1	14,1	85	1	1	0,35

N total – nitrogênio total; P – fósforo (Melich); K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; Na – sódio; H+Al – acidez potencial; Al – alumínio; SB – soma de bases; T – capacidade de troca catiônica; V – saturação por bases; m – saturação por alumínio; PST – porcentagem de sódio trocável; C.E. – condutividade elétrica.

Tabela 2. Atributos físicos do solo da área experimental.

Solo	Ds	Dp	PT	Areia		Silte	Argila
				Grossa	Fina		
Camada (m)	-g cm ⁻³		%	g kg ⁻¹			
0-0,20	1,6	2,6	36	335	373	213	79
0,20-0,40	1,5	2,6	44	231	348	241	180

Ds – densidade do solo; Dp – Densidade de partículas; PT – porosidade total.

Em relação ao resultado da análise de solo apresentado na Tabela 1, segundo Fernandes (1993), o pH é interpretado com a classificação acidez baixa; para a matéria orgânica está com valor classificado como baixo, o fósforo está com a concentração classificada como muito alto, o potássio está com a concentração classificada como muito alto, o cálcio está com a concentração classificada como alto, o magnésio está com a concentração classificada como alto, o alumínio está com a concentração classificada como baixa. Segundo os dados da Tabela 2, o solo da área pode ser classificado por sua textura como franco-arenoso.

Produção do composto

O composto utilizado na pesquisa foi produzido nas dependências da Embrapa Caprinos e Ovinos, em composteira, sendo utilizados os seguintes materiais: despojo (sólido) de abatedouros de caprinos e ovinos, acrescido de 1,5 a 2,0 vezes da mistura de 50% de esterco da limpeza de apriscos e 50% de rejeitado de comedouro (capim-elefante triturado), além de material de poda de árvores, com 50% de umidade.

O processo de compostagem em resíduos sólidos provenientes do abate de caprinos e ovinos foi realizado em galpão de 128 m² de alvenaria, com cobertura em telhado colonial, revestimento de piso de concreto. As celas de compostagem foram construídas com 3,5 x 2,0 x 1,60 m de altura, em montagem por encaixe de tábuas de madeira em canaletas, confeccionadas em pilar. As pilhas de composto foram trabalhadas em carregamento contínuo com aeração passiva, ou seja, não há revolvimento da leira em função da presença de carcaças e a aeração ocorre por convecção, adicionalmente a água é inserida somente no momento de montagem da pilha, sendo a primeira camada de 0,40 m de material estruturante (50% de esterco caprino e ovino e 50% de rejeitado de comedouros - capim elefante triturado e material de poda de

árvores) em toda sua extensão interna, com formação da segunda camada, seguida de colocação de despojo sólido do abate em linhas com 0,20 m de distância das paredes laterais e entre si. Logo em seguida, acrescentaram-se somente sobre o resíduo sólido, aproximadamente 30% a 40% de água, correspondente ao seu peso total. A terceira camada de cobertura foi formada pelo mesmo resíduo estruturante e as demais camadas foram formadas sucessivamente até o fechamento completo atingir a altura máxima da cela, sendo a última camada sempre da mistura de resíduo de estrume e materiais vegetais. O período de compostagem foi de aproximadamente 120 dias.

Características químicas do composto

As características químicas do composto utilizado no estudo, determinadas de acordo com Abreu et al. (2006) são apresentadas na Tabela 3. A umidade do composto orgânico após 120 dias é de aproximadamente 10 %. Ainda segundo trabalhos apresentados por Siqueira (2013), ao final do processo de compostagem o material não apresentou coliformes termotolerantes, bactérias totais e *E. coli*. estando de acordo com a Resolução 375/2006 do CONAMA¹, a qual foi utilizada como padrão de referência em função de não haver legislação específica para esse composto com resíduos da produção e abate de animais. De maneira análoga, Sales et al. (2014) verificaram a presença de coliformes apenas no momento de montagem das pilhas, sendo que durante o processo e fim do período de compostagem não foi verificada a presença, ou seja, indicando a possibilidade de uso do composto para fins agrícolas.

Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

A pesquisa foi desenvolvida em delineamento de blocos casualizados, sob esquema fatorial, sendo utilizadas duas fontes (adubo orgânico – composto orgânico proveniente de resíduos da criação e abate de pequenos ruminantes e adubo mineral – ureia com 45% de N), em quatro doses, cujos valores foram baseados na necessidade de nitrogênio da cultura do milho para a produção de 8 t ha⁻¹ de grãos, conforme Alves et al. (1999) sendo de 110 kg ha⁻¹ de N (dose padrão, incluindo as recomendações

¹Define critérios e procedimentos, para uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências

Tabela 3. Valores médios dos atributos químicos do composto.

Nin	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	Nt	C	C/N
mg kg ⁻¹			g kg ⁻¹		
355	250	105	20,3	175	9
P	K	Ca	Mg	S	Na
g kg ⁻¹					
9	15,7	21,9	5,5	2,8	2,1
B	Cu	Fe	Mn	Zn	pH
mg kg ⁻¹					
20	30	2.051	175	138	6,7

Nin – nitrogênio inorgânico; N-NO₃⁻ – nitrato; NH₄⁺ – amônio; Nt – nitrogênio total; C – carbono; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; S – enxofre; Na – sódio; pH – potencial hidrogeniônico (CaCl₂); B – boro; Cu – cobre; Fe – ferro; Mn – manganês; Zn – zinco.

de plantio e cobertura). As doses empregadas foram: um quarto, metade, uma vez e uma vez e meia a dose padrão, que corresponderam a 27,5; 55; 110 e 165 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. Para a fonte composto orgânico, as doses aplicadas foram: 1,5; 3,0; 6,0 e 9,0 t ha⁻¹, distribuídas após o plantio, em área total na parcela. Para o cálculo dessas quantidades, foram considerados o teor de nitrogênio do composto, sua umidade, e a necessidade de N pela cultura. Para a fonte mineral, aplicaram-se as seguintes quantidades de ureia: 61; 122; 244 e 366 kg ha⁻¹, sendo aplicados 61 kg ha⁻¹ de ureia no plantio (enterrado junto com os demais nutrientes) e o restante em cobertura (30 dias após a germinação do milho, a lanço em linha ao lado das plantas); os demais nutrientes foram aplicados no plantio e em quantidades iguais em todas as parcelas relativas ao adubo mineral, sendo 100 e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato triplo) e K₂O (cloreto de potássio) respectivamente; não houve necessidade de aplicação de calcário, conforme dados da Tabela 1. Portanto, o ensaio consistiu de um fatorial sendo 2 fontes e 4 doses, mais um tratamento adicional - testemunha, sem aplicação de fertilizantes, perfazendo 9 tratamentos com 3 repetições, totalizando 27 parcelas. As parcelas experimentais foram compostas por 6 linhas de plantio, com espaçamento de 0,80 m entrelinhas, e 5,0 m de comprimento, totalizando 5,0 x 4,8 m. A bordadura foi de 0,5 m em cada extremidade. A área útil foi constituída pelas quatro linhas centrais. No plantio, o espaçamento entre plantas foi de 0,20 m, com o objetivo de se atingir o estande de 62.500 plantas por hectare. A cultivar “Robusto” de milho foi utilizada.

Parâmetros avaliados

A colheita das espigas da área útil foi realizada, aproximadamente, aos 120 dias após a semeadura, quando as plantas se apresentavam na maturidade fisiológica – estágio R6, conforme Magalhães et al. (2002). Em seguida, foram despalhadas manualmente, debulhadas e, por fim, os grãos foram homogeneizados e procedeu-se à correção da produtividade de grãos para a umidade de 13%. Em razão da desuniformidade do estande de plantas em algumas parcelas, a produtividade de grãos de milho foi estimada por meio da fórmula de Zuber (NASCIMENTO et al., 2003; SCHIMILDT et al., 2001), a qual acrescenta 70% do rendimento médio da parcela por falha.

Cálculo da dose mais econômica

A determinação da dose mais econômica do composto orgânico e do nitrogênio para a produtividade de grãos de milho, foi realizada conforme Raij et al. (1991) e Natale et al. (1996), o qual é utilizada com base na relação de troca do insumo e do produto, considerando a equação de segundo grau em função de doses de fertilizantes e a produtividade.

Fonte ureia

Para este insumo, considerou-se o preço médio por quilo (kg) de grãos de milho adquiridos pela Embrapa Caprinos e Ovinos, entregue em Sobral-CE, no valor de R\$ 0,795, referente ao ano de 2014. O custo do kg de nitrogênio, cuja fonte foi a ureia, considerando o preço médio praticado em estabelecimentos que comercializam fertilizantes em Teresina-PI e Fortaleza-CE, foi de R\$ 1,77; transformando-se o valor do kg da ureia em kg de nitrogênio, dividiu-se o preço do insumo pela quantidade de N (45%); logo, obteve-se o valor de R\$ 3,93 que se refere ao kg do elemento. Assim, a “moeda” utilizada nos cálculos para o estudo foi o próprio grão de milho, considerando-se a seguinte relação de equivalência: kg de nitrogênio aplicado dividido por kg de grão de milho produzido, igual a R\$ 3,93/R\$ 0,795 = 4,95.

Fonte composto orgânico proveniente de resíduos da criação e abate de pequenos ruminantes

Para o adubo orgânico, considerou-se o preço médio praticado em resíduos utilizados como fertilizantes. Para tanto, um subproduto empregado para esse fim é a torta de mamona, cujo valor de

um quilo de torta está em torno de R\$ 0,25; a tomada de preço deste adubo foi feita em Quixadá-CE. A "moeda" utilizada nos cálculos para o estudo foi o próprio grão de milho, considerando-se a seguinte relação de equivalência: quilo de composto, dividido pelo quilo de grãos de milho, igual a R\$ 0,25/R\$0,795 = 0,31.

Cálculo

As doses mais econômicas foram calculadas com base na derivada da equação de regressão ($y = a_2x^2 + a_1x + a$) entre a produção de grãos de milho e as doses dos adubos ureia e composto orgânico, tornando-a igual à relação de troca, ou seja: $dy/dx = a_1 + 2 \cdot a_2 \cdot x =$ relação de troca. A dose mais econômica (x') é então calculada por:

$$x' = \frac{a_1 - \text{relação de troca}}{2 \cdot (-a_2)}$$

Cálculo do índice de eficiência agrônômica

A eficiência agrônômica do composto orgânico foi calculada pelo índice de eficiência agrônômica, que segue:

$$IEA = \frac{Y_2 - Y_1}{Y_3 - Y_1} \times 100$$

Y_1 = produção obtida pela parcela sem N;

Y_2 = produção obtida pelo emprego do composto orgânico, na dose padrão, e

Y_3 = produção com a mesma dose padrão de N, empregando o adubo ureia.

Para o cálculo do equivalente em uréia (EqUreia), utilizou-se a fórmula:

$$EqUreia = \frac{X_1}{X_2} \times 100$$

X_1 = dose do nutriente do adubo uréia para obter uma produção Y_2 , e X_2 = dose do nutriente do adubo testado (composto orgânico) necessária para obter a mesma produção Y_2 .

Resultados e Discussão

Na Tabela 4 estão apresentados os valores de produção de grãos de milho, em função das fontes de adubo estudadas. Verifica-se significância para a análise de contraste, que compara os tratamentos com fertilização (orgânica e mineral) e a testemunha absoluta, havendo superioridade para produção de milho com a utilização dos adubos.

Tabela 4. Produtividade de grãos de milho, em função de fontes de fertilizantes (ureia e composto orgânico).

Doses de N	Doses de Composto (C)	Produtividade de grãos
kg ha ⁻¹	t ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
27,5	1,5	2582
55	3	3876
110	6	6565
165	9	4836
Efeito		Q**
Doses de N	Doses de ureia (U)	
kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	
27,5	61	5412
55	122	9182
110	244	9563
165	366	7106
Efeito		Q**
Testemunha (T)		1164
Contraste		
Adubos (C+U) x T		38,65**

** - significativo a 1% de probabilidade. Q - quadrático.

Na Figura 2, apresentam-se os resultados da produção de grãos de milho, em função das doses de nitrogênio (fonte ureia), cujo melhor modelo de resposta foi o quadrático; analogamente, na Figura 3 estão apresentados os dados de produção de milho, em função das doses de composto orgânico.

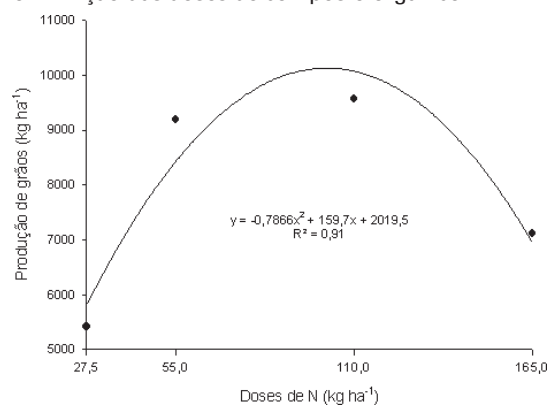


Figura 2. Efeito de doses de nitrogênio (fonte: ureia), sobre a produção de grãos de milho.

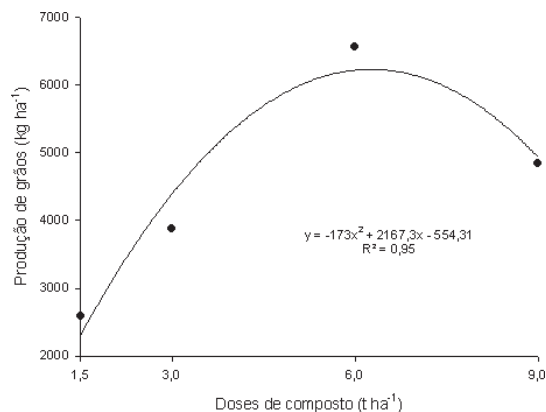


Figura 3. Efeito de doses do composto orgânico, oriundo de resíduos da criação e abate de pequenos ruminantes, sobre a produção de grãos de milho.

Destaca-se pelos resultados apresentados nas Figuras 2 e 3, que a variedade de milho utilizada no estudo é responsiva à adubação, com produções em patamares superiores, quando adubado às médias observadas na região Nordeste. Independentemente da fonte (ureia ou composto), ressalta-se a necessidade da aplicação e da reposição de nutrientes nas culturas agrícolas na região Semiárida, conforme verificado por Borges et al. (2006), Silva et al. (2011), Araújo et al. (2011) e Primo et al. (2012).

Como mencionado por Natale et al. (2010), Natale et al. (2011) e Resende e Costa (2014), o modelo de resposta de segundo grau requer que o coeficiente a_1 seja positivo e o coeficiente a_2 seja negativo, a fim de permitir o cálculo da dose mais econômica do adubo. A máxima eficiência física do insumo pode ser obtida derivando-se a equação de regressão entre a produção de grãos de milho e as doses de fertilizante, igualando-a a zero. Com esse procedimento, segundo os autores, obtém-se a dose que promove a máxima produção (ponto de máxima); porém, nenhuma consideração econômica, como o custo do fertilizante ou o preço de venda do produto, é levado em conta nesse cálculo, restringindo a utilidade dessa informação para a prática agrícola.

Utilizando-se a equação de regressão da Figura 2 e, com base nas informações de Raij et al. (1991) e Natale et al. (1996), pode-se calcular a dose mais econômica de nitrogênio, utilizando-se a fonte ureia para a produção de grãos de milho:

$$x' = \frac{159,7 - 4,95}{2 \cdot (0,7866)} = 98,36 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de N}$$

A receita prevista, devido à adubação nitrogenada, pode ser determinada pelo aumento da produção de grãos de milho = 8.957 kg ha^{-1} (que corresponde à produção de grãos de milho com a dose mais econômica igual a $10.120 \text{ kg ha}^{-1}$, menos a produção na dose zero - testemunha absoluta igual a 1.164 kg ha^{-1}); subtraindo-se o custo do adubo em quilogramas de grãos de milho (485 kg ha^{-1}), obteve-se uma receita de 8.472 kg ha^{-1} de grãos de milho (Tabela 5).

Tabela 5. Dose mais econômica de nitrogênio (fonte ureia) em função da produtividade e custos de grãos de milho.

Adubação	Dose mais econômica	Aumento de produção	Custo do adubo	Lucro	Produtividade ¹
Nitrogênio (ureia)	98	8,957	0,485	8,472	97

¹ Porcentagem da produção de grãos de milho obtida com a dose mais econômica, em relação à produção máxima.

O cálculo da dose mais econômica do composto orgânico oriundo de resíduos da criação e abate de pequenos ruminantes para a produção de grãos de milho foi realizada utilizando-se a equação de regressão da Figura 3, sendo os cálculos semelhantes aos descritos para a adubação nitrogenada:

$$x' = \frac{2167,3 - 0,31}{2 \cdot (173)} = 6,262 \text{ t ha}^{-1} \text{ de composto orgânico}$$

A receita prevista pela aplicação do composto orgânico pode ser determinada pelo incremento na produção de grãos de milho = 5.068 t ha^{-1} (que corresponde à produção de grãos de milho com a dose mais econômica igual a 6.232 t ha^{-1} , menos a produção na dose zero - testemunha absoluta igual a $1,164 \text{ t ha}^{-1}$), subtraindo-se o custo do composto em toneladas de grãos de milho ($1,941 \text{ t ha}^{-1}$), obtendo-se uma receita de produção equivalente a $3,127 \text{ t ha}^{-1}$ de grãos de milho (Tabela 6).

Tabela 6. Dose mais econômica do composto orgânico oriundo de resíduos da criação e abate de pequenos ruminantes, em função da produtividade e custos dos grãos de milho.

Adubação	Dose mais econômica	Aumento de produção	Custo do adubo	Lucro	Produtividade ¹
	kg ha ⁻¹	t grãos ha ⁻¹			%
Composto orgânico	6,262	5,068	1,941	3,127	99

¹Porcentagem da produção de grãos de milho obtida com a dose mais econômica, em relação à produção máxima.

Destaca-se, também, que as produções obtidas com as doses mais econômicas, tanto de adubo nitrogenado (fonte ureia), como do composto orgânico, estiveram próximas da máxima produção possível (física), sendo de 97% (Tabela 5) e 99% (Tabela 6), respectivamente. Isso significa que a aplicação das doses mais econômicas permitiu economia na aplicação do insumo, sem redução significativa na produtividade de grãos de milho.

O lucro obtido com a adubação orgânica em relação a mineral, representou 37% desta última, evidenciando a superioridade dessa fonte quando em comparação com fertilizantes orgânicos, ainda, o índice de eficiência agrônômica foi de 50,2%, logo, o equivalente de composto para se obter a mesma produção com a dose padrão de ureia seria de 16,296 t ha⁻¹ de composto. Mesmo com a superioridade do fertilizante mineral o composto orgânico é uma fonte que permite a reciclagem de nutrientes, sendo gerado na propriedade rural, diminuindo os custos com a aquisição de adubos.

Santos et al. (2005) estudaram a aplicação de esterco bovino como fonte de nutrientes para a produção de batata-doce e constataram que a dose mais econômica desse adubo orgânico esteve associada a 95% da dose máxima de produção, sendo, pois, um indicativo da viabilidade econômica do emprego desse tipo de material como fonte de nutrientes.

Outros estudos também indicaram as doses mais econômicas para outros tipos de adubos e culturas, como fósforo em feijão-fava (OLIVEIRA et al., 2004); potássio em feijão-caupi (OLIVEIRA et al., 2009); nitrogênio em cebola (RESENDE; COSTA, 2014); calcário em goiabeira (NATALE et al., 2010) e em caramboleira (NATALE et al., 2011).

Conclusões

- O milho cultivado em condições de sequeiro em Luvisolo Hálico é responsivo à aplicação do composto orgânico oriundo de resíduos da criação e abate de pequenos ruminantes, bem como à adubação nitrogenada.

- A dose mais econômica para a produção de grãos de milho, aplicando-se o composto orgânico oriundo de resíduo da criação e abate de pequenos ruminantes, é de 6,262 t ha⁻¹.

- A dose mais econômica para a produção de grãos de milho, aplicando adubo nitrogenado (fonte ureia), é de 98 kg ha⁻¹.

- O índice de eficiência agrônômica do composto orgânico em relação à ureia foi de 50,2%.

Agradecimentos

À Embrapa e FUNCAP pelo auxílio financeiro.

Referências

- ABREU, M. F.; ANDRADE, J. C.; FALCÃO, A. A. Protocolos de análises químicas. In: ANDRADE, J. C.; ABREU, M. F. **Análise química de resíduos sólidos para monitoramento e estudos agroambientais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2006. p. 121-158.
- ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais: 5º aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.
- ALVES, V. M. C.; VASCONCELLOS, C. A.; FREIRE, F. M.; PITTA, G. V. E.; FRANÇA, G. E.; RODRIGUES FILHO, A.; ARAÚJO, J. M.; VIEIRA, J. R.; LOUREIRO, J. E. Milho. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais: 5º aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 314.

- ARAÚJO, E. R.; SILVA, T. O. da; MENEZES, R. S. C.; FRAGA, V. da S.; SAMPAIO, E. V. de S. B. Biomassa e nutrição mineral de forrageiras cultivadas em solos do semiárido adubados com esterco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 9, p. 890-895, set. 2011.
- BORGES, E. de A.; FERNANDES, M. S.; LOSS, A.; SILVA, E. E. da; SOUZA, S. R. de. Acúmulo e remobilização de nitrogênio em variedades de milho. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 3, p. 278-286, jul./set. 2006.
- BROCH, D. L.; PEDROSO, R. S. Custo de produção do milho safrinha 2012. In: PEDROSO, R. S. (Coord.). **Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno 2012**. Maracaju, MS: Fundação MS, 2012.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Conjuntura mensal: Produção de milho no Ceará**. 2012. 3 f. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_04_03_10_47_52_milho_em_graos_-_sa-fra_2012_-_ceara.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2014.
- FERNANDES, V. L. B. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 1993. 247 p.
- IPNI. International Plant Nutrient Institute. **Fertilizantes; consumo de fertilizantes por região, nutrientes e natureza física**. Disponível em: <<http://brasil.ipni.net/article/BRS-3132>>. Acesso em: 19 set. 2014.
- KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. [4. ed.]. Piracicaba: E. J. Kiehl, 2004. 173 p.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 23 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 22). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/15589/1/Circ_22.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2014.
- MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GIONGO, V.; PÉREZ-MARIN, A. M. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga Biome. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 72, n. 3, p. 643-653, 2012. Suplemento 3. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/72906/1/Vanderlise-2012.pdf>>. Acesso em: 5 jun. 2014.
- MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. (Org.). **Fertilidade do solo e produção de biomassa no semi-árido**. Recife: Ed. Universitária UFPE, 2008. 292 p.
- NASCIMENTO, M. M. A.; TABOSA, J. N.; TAVARES FILHO, J. J. Avaliação de cultivares de milho no agreste semi-árido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 53-56, 2003.
- NATALEW.; COUTINHO E. L. M.; BOARETTO A. E.; PEREIRA F. M. Dose mais econômica de adubo nitrogenado para a goiabeira em formação. **Horticultura Brasileira**, v. 14, n. 2, p. 196-199, 1996.
- NATALE, W.; ROZANE, D. E.; PRADO, R. de M.; ROMUALDO, L. M.; SOUZA, H. A. de; HERNANDES, A. Dose econômica de calcário na produtividade de caramboleiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1294-1299, dez. 2011.
- NATALE, W.; ROZANE, D. E.; PRADO, R. de M.; ROMUALDO, L. M.; SOUZA, H. A.; HERNANDES, A. Viabilidade econômica do uso do calcário na implantação de pomar de goiabeiras. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 708-713, mai./jun. 2010.
- OLIVEIRA, A. P. de; ALVES, E. U.; ALVES, A. U.; DORNELAS, C. S. M.; SILVA, J. A. da; PORTO, M. L.; ALVES, A. V. Produção de feijão-fava em função do uso de doses de fósforo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 3, p. 543-546, jul./set. 2004.
- OLIVEIRA, A. P. de; SILVA, J. A. de; LOPES, E. B.; SILVA, E. E.; ARAÚJO, L. H. A.; RIBEIRO, E. B. Rendimento produtivo e econômico do feijão-caupi em função de doses de potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 629-634, mar./abr. 2009.

PRIMO, D. C.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O.; GARRIDO, M. S.; CABRAL, P. K. T. Contribuição da adubação orgânica na absorção de nutrientes e na produtividade de milho no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 1, p. 81-88, 2012.

PROCHNOW, L. I. **Otimização do uso de nutrientes em solos de baixa fertilidade da região tropical**. Informações Agrônômicas, Piracicaba, n. 123, p. 1-7, set. 2008.

PRODUÇÃO agropecuária. **Conjuntura Econômica**, Fortaleza, n. 39, p. 30-43, out./dez. 2013.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: São Paulo: Agrônômica Ceres; Piracicaba: Potafos, 1991. 343 p.

RESENDE, G. M. de; COSTA, N. D. Dose econômica de nitrogênio na produtividade e armazenamento de cultivares de cebola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 3, p. 357-362, 2014. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107137/1/Milanez-2014.pdf>>. Acesso em: 15 jul 2014.

SALES, M. R. B.; JERÔNIMO JÚNIOR, J. A.; OLIVEIRA, E. L. de; ARAÚJO, J. B.; SOUZA, H. A. de. Avaliação microbiológica do composto oriundo do processo de compostagem de carcaças e resíduos da produção de caprinos e ovinos. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS, 3., 2014, Sobral. **Anais...** Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2014. p. 31. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/118787/1/CNPC-2014-Avaliacao-microbiologica.pdf>>. Acesso em: nov. 2014.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/93143/1/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>>. Acesso em: 5 jun. 2014.

SANTOS, J. F. dos; BRITO, L. de M. P.; GRANJEIRO, J. I. T.; ALMEIDA, F. de A. C.; OLIVEIRA, M. E. C. de. Componentes de produção e rendimento de batata-doce, em função de doses de estercor de bovino. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 115-121, 2005.

SCHIMILDT, E. R.; CRUZ, C. D.; ZANUNCIO, J. C.; PEREIRA, P. R. G.; FERRÃO, R. G. Avaliação de métodos de correção do estande para estimar a produtividade em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 8, p. 1011-1018, ago. 2001. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/AI-SEDE/19182/1/1011.pdf>>. Acesso em: jun. 2014.

SILVA, F. C. da; ABREU, M. F. de; PEREZ, D. V.; EIRA, P. A. da; ABREU, C. A. de; RAIJ, B. Van; GIANELLO, C.; COELHO, A. M.; QUAGGIO, J. A.; TEDESCO, M. J.; SILVA, C. A.; CANTARELLA, H.; BARRETO, W. de O. Métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo. In: SILVA, F. C. da (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. p. 109-189.

SILVA, T. O. da; MENEZES, R. S. C.; ALVES, R. N.; PRIMO, D. C.; SILVA, G. B. M. dos S. Produtividade de grãos e frações nitrogenadas do milho submetido a manejo de adubos orgânicos na região semiárida. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1735-1744, 2011. Suplemento 1.

SIQUEIRA, G. R. **Avaliação do composto orgânico proveniente de resíduos da produção e abate de caprinos e ovinos**. 2013. 50 f. Monografia (Graduação em Tecnologia em Saneamento Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Sobral.

**Comunicado
Técnico, 144
On line**

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Embrapa Caprinos e Ovinos

Endereço: Estrada Sobral/Groaíras, Km 04 - Caixa

Postal 145 - CEP: 62010-970 - Sobral-CE

Fone: (0xx88) 3112-7400

Fax: (0xx88) 3112-7455

Home page: <https://www.embrapa.br/caprinos-e-ovinos>

SAC: www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

On-line (Fev./2015)

**Cadastro Geral de Publicações da
Embrapa - CGPE**

Nº 12049

**Comitê de
publicações**

Presidente: *Francisco Selmo Fernandes Alves*
Secretária-Executiva: *Juliana Evangelista da Silva Rocha.* **Membros:** Alexandre César Silva Marinho, Alexandre Weick Uchoa Monteiro, Carlos José Mendes Vasconcelos, Maira Vergne Dias, Manoel Everardo Pereira Mendes, Tânia Maria Chaves Campelo, Diones Oliveira Santos, Viviane de Souza (Suplente).

Expediente

Supervisão editorial: *Alexandre César Silva Marinho.* **Revisão de texto:** *Carlos José Mendes Vasconcelos.* **Normalização bibliográfica:** *Tânia Maria Chaves Campêlo.* **Editoração eletrônica:** *Comitê de Publicações.*