

UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

LUCAS VASCONCELOS VIEIRA

Doses de composto orgânico proveniente de resíduos da produção e do abate de
pequenos ruminantes na cultura do milho

HENRIQUE ANTUNES DE SOUZA

Sobral/2014

LUCAS VASCONCELOS VIEIRA

**Doses de composto orgânico proveniente de resíduos da produção e do abate de
pequenos ruminantes na cultura do milho**

Artigo apresentado ao Curso de Ciências
Biológicas da Universidade Estadual Vale
do Acaraú como requisito parcial à
obtenção do grau de Bacharel em Biologia.

Orientador: Dr. Henrique Antunes de Souza

Sobral
Junho/2014

Doses de composto orgânico proveniente de resíduos da produção e do abate de
pequenos ruminantes na cultura do milho
Artigo apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual Vale do
Acará como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Biologia.

Lucas Vasconcelos Vieira

Artigo aprovado em: ____/____/____

Orientador: _____
Henrique Antunes de Souza

Examinador 1: _____
Lucilene Silva Pereira Soares

Examinador 2: _____
Henrique Ricardo Souza Ziegler

Luiz Ferreira Aguiar Ponte
Coordenador do Curso

Dedicatória

Aos meus pais, Luiz e Fátima, irmãs, Laise e Luise, namorada, Mariana, e toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Ao professor Dr. Henrique Antunes de Souza, pela paciência na orientação e no incentivo, que tornaram possível a conclusão desta monografia.

À minha amiga e companheira de trabalho, Anaclaúdia Primo, pelo companheirismo fiel e auxílio mutuo.

Aos colegas da EMBRAPA, Diana de Melo, Adhemir, Tibério, Abner, D. Fernando Guedes, Dr. Roberto Pompeu, pelas conversas e ensinamentos que deles pude aprender.

Aos meus amigos Ângelo de Matos, Henrique Ziegler, José Walter Nogueira e Nicholas Farias pelas profundas conversas acerca da biologia e da vida.

À Deus que proporcionou todas essas maravilhosas circunstâncias em minha vida.

DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO PROVENIENTE DE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO E ABATE DE PEQUENOS RUMINANTES NA CULTURA DO MILHO

RESUMO

A atividade agrícola gera enorme quantidade de resíduo que muitas vezes são desperdiçados, mas grande parte dele pode ser aproveitada para inúmeros fins. Estudos acerca das potencialidades desses resíduos na agricultura são importantes para o reaproveitamento desses materiais. Objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação de composto orgânico proveniente de resíduos da produção e abate de pequenos ruminantes como adubo orgânico na produção de plantas de milho e compará-lo com adubos minerais. Assim, foram realizados dois ensaios, ambos em delineamento em blocos ao caso. O primeiro avaliou-se quantidades crescentes de composto, sendo as doses 3, 6, 9, 12 e 24 t ha⁻¹ de composto orgânico e um tratamento adicional com adubos minerais, portanto foram 6 tratamentos e 4 repetições, num total de 24 parcelas. No segundo empregaram-se duas fontes (adubo mineral e composto orgânico) e quatro doses equivalentes em nitrogênio (27,5; 55; 110 e 165 kg ha⁻¹ de N), sendo um fatorial 2 x 4 e um tratamento adicional sem fertilizantes, com três repetições, num total de 27 parcelas. O aumento das doses de composto influenciou significativamente o aumento de parâmetros como o número de folhas, índice SPAD, massa da matéria seca da espiga e massa de matéria seca total na cultura do milho. A aplicação de adubo orgânico ou mineral proporcionou superioridade nos parâmetros avaliados quando em comparação com milho produzido sem adubos. A eficiência do uso do nitrogênio decresce com o aumento das doses de N aplicadas independente da fonte utilizada na cultura do milho.

Palavras-chave: Nitrogênio. Subproduto. Resíduo. Zea mays

DOSES OF ORGANIC COMPOUND FROM COMPOSTING OF SMALL RUMINANTS ON CORN PLANTS

ABSTRACT

The agricultural activities generate a huge amount of residues which are often wasted, even though much of them can be used for numerous purposes. Studies about the potential of such residues in agriculture are important to recycle these materials and to the environment. We aimed to assess the effects of application of organic compound which was prepared with disposal and slaughter of small ruminants after composting process in order to grow corn plants and to compare with mineral fertilizers. Hence, two tests were conducted based on completely randomized design. In the first test, we evaluated increasing amounts of this compound, 3, 6, 9, 12 and 24 t ha⁻¹, one additional treatment with mineral fertilizer was added as well, so there were 6 treatments and 4 replicates, a total of 24 plots. In the second test, two sources of mineral nutrition were employed, organic compound and mineral fertilizer, and four rates in nitrogen (27,5; 55; 110 and 165 kg ha⁻¹ N). So we had a 2x4 factorial and an additional treatment without any of those sources. All treatment had three replications. Thus, we had 27 plots. As the doses of compost increased the following parameters such as number of leaves, SPAD index, dry weight of ear of corn and total increased. The application of organic or mineral fertilizer revealed superiority in the evaluation parameters when compared with corn produced without fertilizers. As the doses of N increased the efficiency of nitrogen use decreases regardless of any source used in corn.

Key-words: Nitrogen. By-product. Residue. Zea mays

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 8 |
| 2. MATERIAIS E MÉTODOS | 10 |
| 2.1. Local da pesquisa e características climáticas | 10 |
| 2.2. Caracterização química e física do solo | 11 |
| 2.3. Produção do composto..... | 12 |
| 2.4. Característica química do composto | 12 |
| 2.5. Delineamento experimental | 13 |
| 2.6. Parâmetros avaliados | 14 |
| 2.7. Análise estatística | 15 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 15 |
| 3.1. Ensaio 1 - Avaliação de doses de composto em milho 'Gorutuba' | 15 |
| 3.2. Ensaio 2 – Comparação de fontes orgânica e mineral com base em doses de nitrogênio na cultura do milho 'Robusto' | 19 |
| 4. CONCLUSÕES | 23 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 23 |

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui um dos maiores rebanhos caprinos (9º) e ovinos (8º) do mundo e, em particular, a região Nordeste do País responde pelo maior número de cabeças, com participação superior a 90% para caprinos e 60% para ovinos, sendo esta uma das principais atividades agropecuárias da região, especialmente para a agricultura familiar. Com este dado bruto, estima-se em 50% o número de fêmeas (8,5 milhões de cabeças de pequenos ruminantes), que com um índice de prolificidade (natalidade) de cerca de 1,0 cria anualmente, resulta em, 8,5 milhões de crias/ano. Considerando ainda uma taxa média de mortalidade natural em torno de 10% (0,85 milhões de cabeças) e a carcaça com peso médio de 20 kg (17.000 t de carcaças), somados a 1,5 a 2,0 vezes esta quantidade, provenientes de materiais estruturantes (vegetais e estrume – 29.750 t) para composição da composteira, ter-se-ia a geração anual de aproximadamente 47 mil toneladas de compostos (SOUZA et al., 2012).

Por questões ambientais, de acordo com Rosa et al. (2011), os resíduos agroindustriais como meio de implementação de processos sustentáveis capazes de converter biomassa em vários produtos com valores agregados tem suscitado questionamentos sobre formas de gerar menor impacto ambiental na produção desses resíduos. Acrescenta, também, Souza et al. (2012) que o acúmulo destes resíduos e seu tratamento inadequado geram grandes problemas para a sociedade, acarretando danos sociais, ambientais e econômicos. Em virtude disso, surge uma crescente preocupação com a destinação correta para estes resíduos, vislumbrando medidas que visem um tratamento mais adequado e práticas que permitam sua transformação em insumos. Uma alternativa para a utilização de resíduos da atividade agropecuária é a compostagem, processo que não agride o meio ambiente, quando realizada de maneira correta.

Outra questão a ser considerada são as aplicações de resíduos de alto valor de matéria orgânica que elevam, em geral, a quantidade de matéria orgânica no solo, melhorando não apenas a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, mas também melhora as características físicas tais como agregação, condutividade hidráulica e retenção de água, o que auxilia nos processos biológicos do solo (CAMARGO & BERTON, 2007).

Dentre os nutrientes presentes em alguns resíduos, subprodutos e compostos os valores, principalmente, de nitrogênio são representativos. Este nutriente limita a produção das culturas e onera os sistemas de produção, especialmente para pequenos agricultores e agricultores familiares, de forma que o uso de materiais orgânicos poderá ser uma boa opção

na substituição de adubos minerais, além de ser uma alternativa como o uso para a recuperação de áreas degradadas (SOUZA et al., 2012).

O nitrogênio (N) é um elemento bastante empregado na agricultura na forma de fertilizantes, seja ele mineral ou orgânico, sendo constituinte de vários compostos requeridos pelas plantas. Tal nutriente é absorvido em grande quantidade, visto que esse elemento participa de inúmeras moléculas e estruturas nos vegetais. A exigência nutricional deste elemento pela cultura do milho pode variar desde produções modestas desfavoráveis, 80 kg ha⁻¹ até, quando cultivadas com técnicas modernas, cerca de 350 kg ha⁻¹ (CANTARELLA, 2007).

Ainda, as principais reações bioquímicas em plantas e microrganismos envolvem a presença do N. Algumas formas ou frações do nitrogênio possuem meia vida de poucos dias, enquanto outras, de séculos. O aporte de N para o sistema solo-planta pode ser realizado por meio de deposições atmosféricas, através de relâmpagos, pela fixação biológica, através das bactérias da família *Rhizobiaceae* que formam nódulos nas raízes das plantas, por adubações químicas ou orgânicas, e por outros processos (CANTARELLA, 2007).

Uma ferramenta eficaz para se estimar a quantidade de nitrogênio foliar é o clorofilômetro Minolta SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development) cuja função é determinar a quantidade relativa de clorofila presente na folha através da medida de absorvância em dois comprimentos de onda. Tais comprimentos referem-se às absorvâncias de 400-500nm e de 600-700nm, dessa forma o equipamento calcula o índice SPAD cujo valor é proporcional à quantidade de clorofila presente na folha. O diagnóstico rápido do estado nutricional no que se refere ao elemento N permite adubações mais precisas, evitando excessos que podem acarretar toxidez para plantas e para o meio ambiente (JESUS & MARENCO, 2008; WOLFF & FLOSS, 2008; CESARIN et. al., 2010; MARTINS et., 2010; SILVA & MOURA, 2013).

De caráter monoico, o milho (*Zea mays* L.) é uma planta pertencente à família *Gramineae* e de grande importância tanto para a alimentação humana e animal. Segundo Oliveira & Bezerra (2013), o cultivo desse cereal é implementado por todo território nacional, fato este que se deve ao seu fácil plantio e substituição, além de seu alto valor nutritivo. De acordo com Faulin, Sologuren e Gomes (2007), a demanda de milho destinada à alimentação animal responde atualmente por cerca de 68% de todo o milho consumido no mundo. Em termos geográficos, a América do Sul aparece em terceiro lugar no consumo de milho em todo o mundo, com uma elevação de demanda de 92 milhões de toneladas entre os anos agrícolas de 1989/1990 e 2004/2005. Ainda, dentre os nutrientes mais exportados pela planta

de milho está o nitrogênio, seja para grãos ou silagem, sendo o elemento que também apresenta manejo mais complexo, principalmente em função de suas possíveis perdas (volatilização e lixiviação), adiciona-se que fontes alternativas de nutrientes podem reduzir os custos de produção, haja vista a importância desta cultura para a alimentação humana ou animal.

Por conseguinte, objetivou-se neste trabalho avaliar os efeitos da aplicação do composto orgânico proveniente de resíduos da produção e abate de pequenos ruminantes como adubo orgânico na biomassa, biometria e clorofila de plantas de milho e compará-lo com adubos minerais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. 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 dois ensaios. O clima da região é do tipo BShw, segundo a classificação de Köppen, com estação chuvosa de janeiro a junho. A temperatura média anual é de 28°C e a precipitação média de 759 mm ano⁻¹. Os experimentos foram realizados na safra 2013/2014, sendo que no período de condução a precipitação seguiu como apresentado na Figura 1.

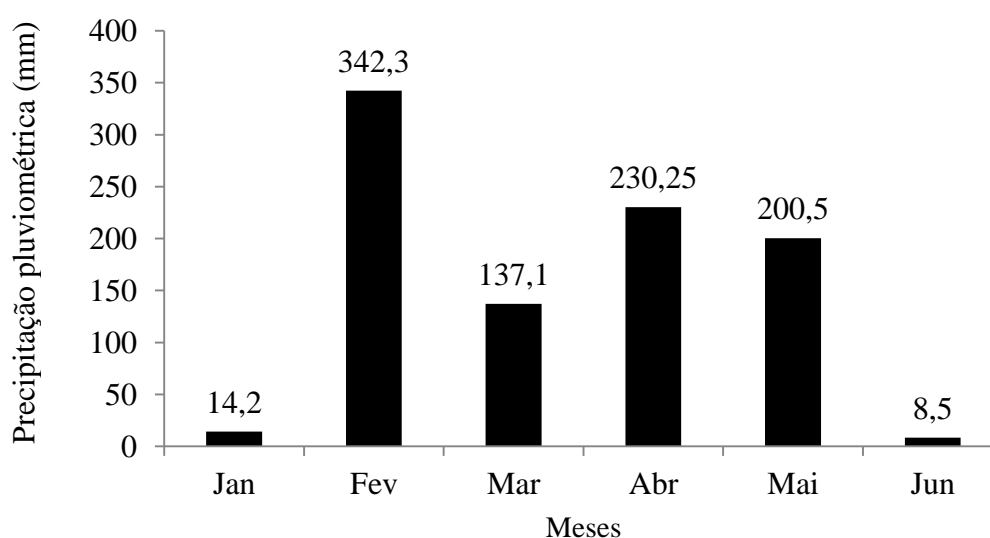


Figura 1. Precipitação mensal na área de condução do experimento nos meses de janeiro a junho de 2014.

2.2. Caracterização química e física do solo

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

Tabela 1. Atributos químicos do solo da área experimental.

| Solo | pH (água) | N Total | M.O. | P | K | Ca | Mg | Na |
|-------------------|-----------|--|-------|---------------------|---------------|--|-----|--------------------------|
| Camada (m) | | --- g kg ⁻¹ --- | | mg kg ⁻¹ | | ----- cmol _c kg ⁻¹ ----- | | |
| 0-0,20 | 6,1 | 0,63 | 10,03 | 87 | 0,64 | 6,5 | 6 | 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 _c 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; 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 Grossa | Areia Fina | Silte | Argila |
|-------------------|------------------------|------|----|--------------------------------|------------|-------|--------|
| 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 | 2,60 | 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 Alvarez V. et al. (1999) o pH apresenta para classificação agronômica a interpretação alta; para matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, acidez potencial, acidez trocável, soma de bases, capacidade de troca catiônica, saturação por alumínio e saturação por bases os níveis

de interpretação são baixo; muito bom; muito bom; muito bom; muito bom; muito baixo; baixo; muito bom; bom; muito baixo e muito bom, respectivamente. Segundo os dados da Tabela 2 o solo da área pode ser classificado por sua textura como arenoso.

2.3. Produção do composto

O composto utilizado na pesquisa de campo foi produzido nas dependências da Embrapa Caprinos e Ovinos, em composteira e foi utilizando 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) e poda de árvore, 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 e revestimento em piso de concreto. As celas de compostagem foram construídas com 3,5 x 2 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, sendo a primeira camada de 40 cm de material estruturante (50% de esterco caprino e ovino e 50% de rejeitado de comedouros - capim elefante triturado e poda de árvore) 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 após, acrescentou-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, por fim, as demais camadas foram formadas sucessivamente até o fechamento completo atingir a altura máxima da cela, sendo a última sempre da mistura de resíduo de estrume e material vegetal. O período de produção do composto foi de aproximadamente 120 dias.

2.4. Característica química do composto

As características químicas do composto determinadas de acordo com Abreu et al. (2006) utilizado no estudo são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios dos atributos químicos do composto

| N | P | K | Ca | Mg | S | C | C/N |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|
| ----- g kg ⁻¹ ----- | | | | | | | |
| 20,3 | 9,0 | 15,7 | 21,9 | 5,5 | 2,8 | 175 | 9 |
| B | Cu | Fe | Mn | Zn | pH | U | |
| ----- mg kg ⁻¹ ----- | | | | | | | % |
| 20 | 30 | 2.051 | 175 | 138 | 6,7 | 10 | |

2.5. Delineamento experimental

O trabalho foi constituído por dois ensaios, sendo ambos executados em delineamento em blocos casualizados; as doses empregadas foram baseadas no teor de nitrogênio do composto, o qual apresenta teores satisfatórios, ainda pelo nitrogênio ser o nutriente de manejo mais complexo e o elemento mais exportado pela cultura do milho.

O primeiro ensaio objetivou avaliar a aplicação de quantidades crescentes de composto para verificar qual a dose que proporcionaria melhor desenvolvimento na cultura do milho (var. BRS Gorutuba), para tanto, baseou-se na dose padrão de nitrogênio para a cultura do milho que foi de 110 kg ha⁻¹ (incluindo as recomendações de adubação do plantio e em cobertura) para uma expectativa de produção de 8 t ha⁻¹ de grãos, de acordo com Alves et al. (1999). As demais doses trabalhadas foram: metade, uma vez, uma vez e meia, duas vezes e quatro vezes a dose padrão, que corresponderam a 3; 6; 9; 12 e 24 t ha⁻¹ de composto. Para o cálculo da dose padrão considerou-se o teor de nitrogênio do composto, a umidade do mesmo e a necessidade de N da cultura. Adicionalmente, também foi aplicado um tratamento com adubos minerais, cuja dose de nitrogênio utilizada foi de acordo com a padrão (30 e 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio no plantio e em cobertura – 30 dias após a germinação, respectivamente), utilizando como fonte a ureia, e os demais nutrientes foram aplicados somente no plantio sendo 100 e 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato triplo) e K₂O (cloreto de potássio), estas recomendações seguiram o preconizado por Alves et al. (1999). Ainda, de acordo com a análise de solo não houve necessidade de correção do pH. Portanto, o ensaio consistiu de 6 tratamentos, sendo 5 doses de composto e 1 testemunha (adubos minerais), com quatro blocos, perfazendo um total de 24 parcelas. As parcelas experimentais foram compostas por 6 linhas de plantio com espaçamento de 0,80 m entrelinhas, e 5 m de comprimento, totalizando 5,0 x 4,8 m. A bordadura foi considerada 0,5 m de cada extremidade, totalizando 1 m. A área útil foi constituída pelas quatro linhas centrais.

O segundo ensaio objetivou comparar quantidades crescentes de nitrogênio na cultura do milho em duas fontes, com adubo mineral e com composto orgânico, para verificar qual a dose do composto se equivaleria aos adubos minerais, sendo que a cultura trabalhada também foi o milho (variedade Robusto). Para tanto, baseou-se na dose padrão de nitrogênio para a cultura do milho que foi de 110 kg ha⁻¹ (incluindo as recomendações de adubação do plantio e em cobertura) para uma expectativa de produção de 8 t ha⁻¹ de grãos, como já relatado para o ensaio anterior. As doses trabalhadas 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 as doses aplicadas foram: 1,5; 3,0; 6,0 e 9,0 t ha⁻¹. O cálculo destas quantidades foi procedido de maneira análoga ao ensaio anterior; para a fonte mineral aplicou-se as seguintes quantidades de ureia (45% de N): 61; 122; 244 e 366 kg ha⁻¹, sendo aplicado 61 kg ha⁻¹ de ureia no plantio e o restante em cobertura (30 dias após a germinação); os demais nutrientes foram aplicados no plantio e em quantidades iguais para todas as parcelas relativas ao adubo mineral, sendo 100 e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato triplo) e K₂O (cloreto de potássio), respectivamente, como comentado para o ensaio anterior não houve a necessidade de correção do pH. Portanto, o ensaio consistiu de um fatorial sendo 2 fontes (adubo orgânico e adubo mineral) e 4 doses (27,5; 55; 110 e 165 kg ha⁻¹ de N), mais um tratamento 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 4,0 m de comprimento, totalizando 4,0 x 4,8 m. A bordadura foi de 0,5 m de cada extremidade, totalizando 1 m. A área útil foi constituída pelas 4 linhas centrais.

2.6. Parâmetros avaliados

Para avaliação dos dados biométricos nas plantas de milho foram mensuradas as seguintes variáveis: altura da planta (m) até o pensão; altura até a inserção da primeira espiga (m), coletadas com auxílio de um trena; número de folhas; diâmetro do colmo (mm) a 0,05 m do solo, com auxílio de um paquímetro; e, biomassa produzida (colmo, folhas, espigas e total), para avaliação destas variáveis as plantas foram coletadas rente ao solo e realizado seu fracionamento, após foram contabilizadas as massas da matéria seca, as quais permaneceram em estufa de circulação forçada de ar ± 60 °C até peso constante. Tais avaliações foram realizadas no período do pendoamento.

A análise de clorofila foi realizada por medida indireta no terço central da folha da base da espiga do milho, na fase do pendoamento (50% das plantas pendoadas), mesma época sugerida para avaliação da diagnose foliar segundo Cantarella et al, (1997), tal mensuração foi realizada com auxílio de clorofilômetro (Minolta SPAD).

Para o ensaio de comparação de fontes, realizou-se, também, o cálculo da eficiência agronômica, de acordo com Fageria (1998), conforme a fórmula abaixo:

$$\text{Ef. Agron.} = (\text{MS da parcela adubada} - \text{MS da parcela não adubada}) / \text{Quantidade de N aplicado.}$$

Para proceder ao cálculo de eficiência agronômica, transformaram-se os resultados de massa de matéria seca total por planta para hectare, considerando o estande estabelecido de 62.500 plantas por hectare, sendo os dados apresentados em kg de massa de matéria seca por kg de nitrogênio aplicado.

2.7. Análise estatística

De posse dos dados foi realizada análise estatística pelo teste F, e quando significativo para doses procedeu-se análise de regressão, para fontes pelo teste de médias (Tukey, 5%) e para o tratamento adicional (testemunha) foi realizado análise de contraste.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Ensaio 1 - Avaliação de doses de composto em milho 'Gorutuba'

Verifica-se que de todas as variáveis analisadas, o número de folhas (NF), o índice SPAD, a massa de matéria seca da espiga (MSE) e a matéria seca total (MST) foram significativamente afetadas pelas diferentes doses de adubo orgânico (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios, teste de F e coeficiente de variação para as variáveis altura da planta (AP), altura de inserção da espiga (IE), número de folhas (NF), diâmetro do colmo (DC), índice SPAD (SPAD), massa de matéria seca da folha (MSF), matéria seca do colmo (MSC), matéria seca da espiga (MSE) e matéria seca total (MST) em milho da variedade ‘Gorotuba’ adubado com composto orgânico proveniente de resíduos da produção e abate de caprinos e ovinos

| Doses | AP | IE | DC | NF | SPAD | MSF | MSC | MSE | MST |
|--------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| t ha⁻¹ | ----- cm ----- | ----- mm | | | | ----- g ----- | | | |
| 3 | 172,9 | 80,3 | 1,78 | 11,4 | 46,9 | 19,2 | 59,0 | 8,3 | 76,8 |
| 6 | 171,1 | 74,3 | 1,77 | 11,1 | 45,4 | 22,2 | 73,3 | 11,3 | 96,3 |
| 9 | 159,4 | 70,0 | 1,76 | 10,9 | 45,7 | 23,1 | 66,8 | 19,7 | 87,4 |
| 12 | 186,7 | 87,3 | 1,84 | 11,5 | 51,8 | 28,4 | 73,7 | 21,7 | 103,3 |
| 24 | 191,7 | 79,5 | 2,02 | 11,9 | 53,8 | 28,9 | 69,1 | 33,4 | 118,4 |
| F | 1,93 ^{ns} | 1,33 ^{ns} | 1,56 ^{ns} | 3,15 [*] | 3,17 [*] | 1,22 ^{ns} | 0,31 ^{ns} | 5,37 [*] | 3,58 [*] |
| CV (%) | 10,60 | 14,50 | 10,80 | 3,90 | 8,90 | 31,20 | 31,50 | 45,10 | 17,30 |
| Ad. Mineral | 191,0 | 78,9 | 1,96 | 11,5 | 58,2 | 32,9 | 108,1 | 25,7 | 106,4 |
| Doses (média) | 176,4 | 78,3 | 1,83 | 11,3 | 48,7 | 24,3 | 68,4 | 18,9 | 96,5 |
| D vs Ad. Min. | 2,27 ^{ns} | 0,01 ^{ns} | 3,73 ^{ns} | 0,27 ^{ns} | 18,44 ^{**} | 4,96 [*] | 2,58 ^{ns} | 1,40 ^{ns} | 34,87 ^{**} |

^{ns}, ^{*} e ^{**} - não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Ad. Min – Adubo Mineral.

Os dados de NF, SPAD, MSE e MST se ajustaram a uma equação linear crescente como apresentado nas Figuras 2, 3, 4 e 5, respectivamente. Para a análise de contraste, o tratamento adubo mineral superou estatisticamente a fonte composto apenas nas variáveis índice SPAD, massa de matéria seca de folhas e massa de matéria seca total.

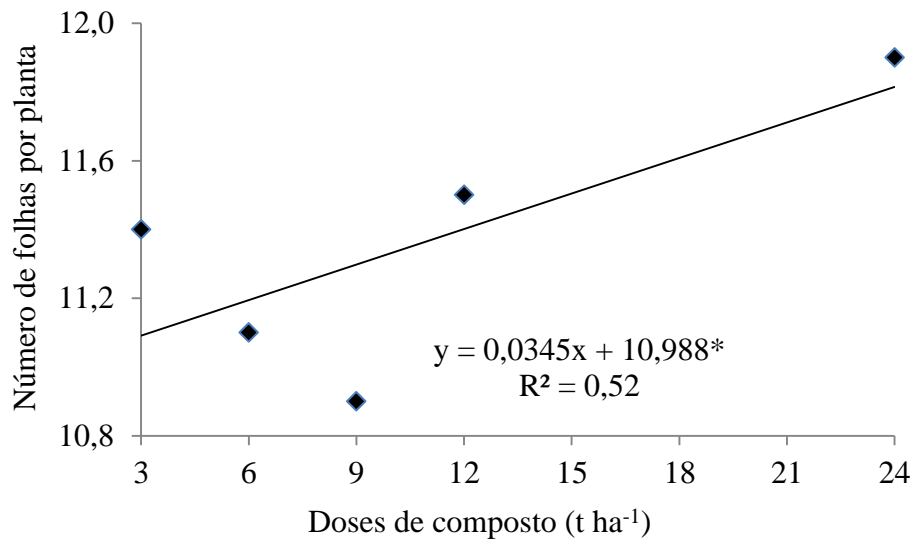


Figura 2. Número de folhas por planta na cultura do milho 'Gorutuba' em função das doses de composto orgânico proveniente do abate e despojo de pequenos ruminantes. * - significativo a 5%.

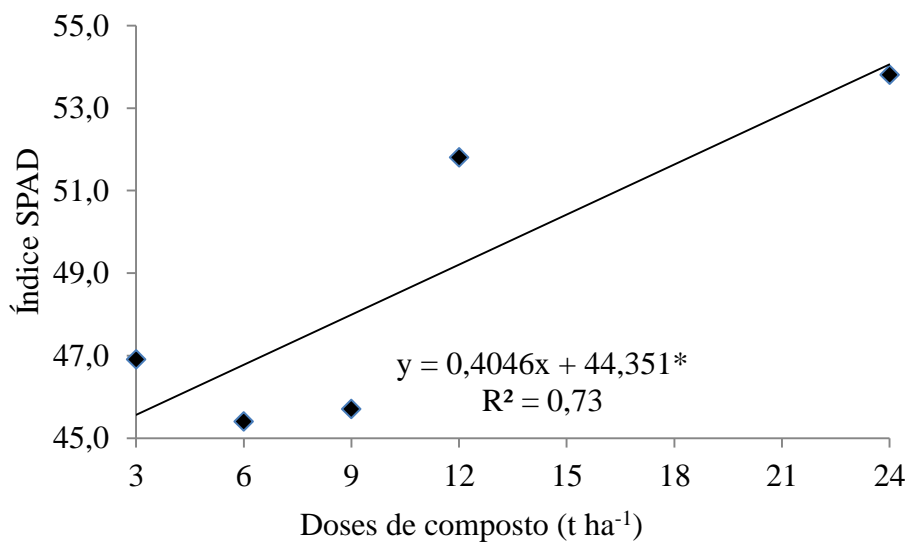


Figura 3. Índice SPAD na cultura do milho 'Gorutuba' em função das doses de composto orgânico proveniente do abate e despojo de pequenos ruminantes. * - significativo a 5%.

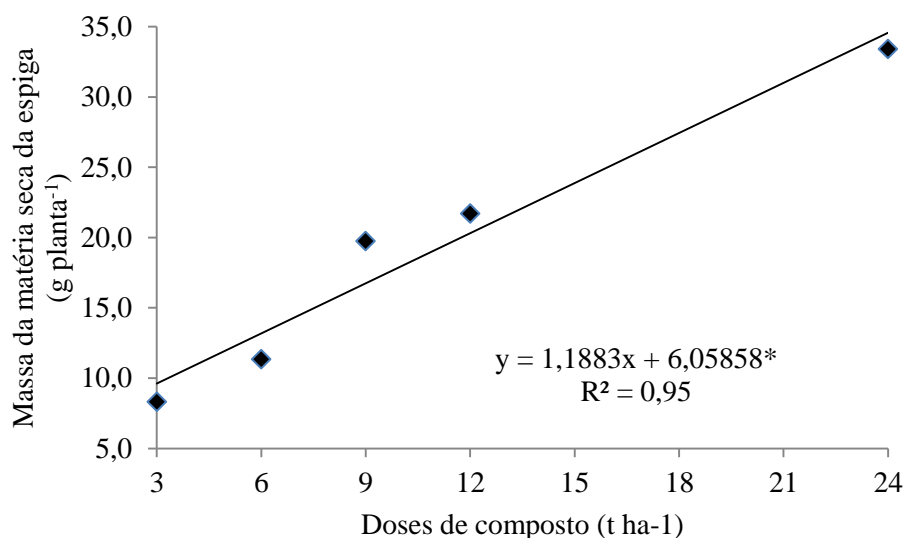


Figura 4. Massa de matéria seca da espiga na cultura do milho 'Gorutuba' em função das doses de composto orgânico proveniente do abate e despojo de pequenos ruminantes. * - significativo a 5%.

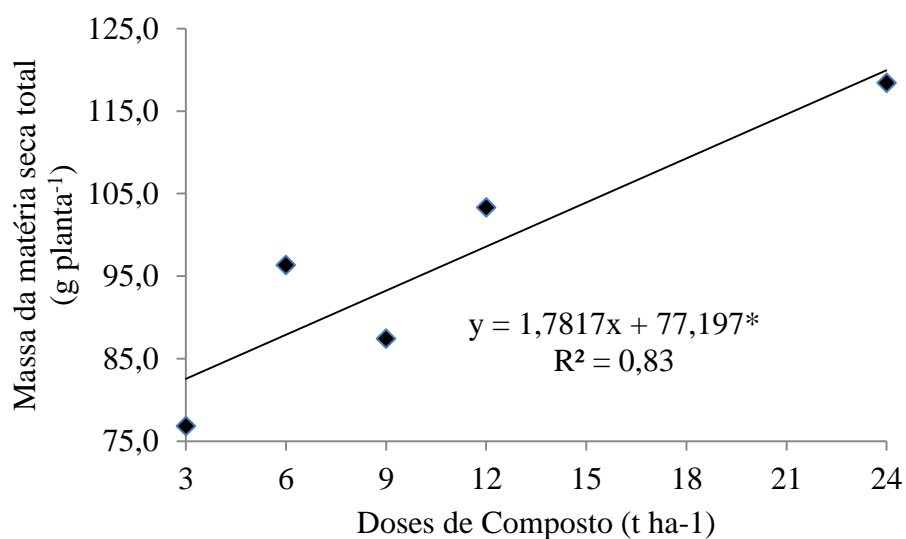


Figura 5. Massa de matéria seca total na cultura do milho 'Gorutuba' em função das doses de composto orgânico proveniente do abate e despojo de pequenos ruminantes. * - significativo a 5% de probabilidade.

As diferenças estatísticas para as variáveis NF, SPAD, MSE e MST nas doses aplicadas revelam a relação existente entre o aumento de nitrogênio devido a elevação das doses de composto, com consequente aumento fotossintético que pode ser evidenciado pelo incremento da medida indireta de clorofila representada pelos ganhos no índice SPAD, o que é justificado pelo fato deste elemento fazer parte da molécula de clorofila (FERREIRA et. al.,

2006). O clorofilômetro (Minolta SPAD) é um equipamento que faz uma medição de absorvância da folha em duas regiões de comprimento de ondas - nas regiões vermelhas e próximas do infravermelho. Utilizando essas duas transmitâncias, o equipamento calcula o índice SPAD que é proporcional à quantidade de clorofila presente na folha (KONICA MINOLTA).

O aumento fotossintético está relacionado com a presença do elemento nitrogênio na folha como verificaram Argenta et al. (2001) ao concluírem que existe alta correlação positiva entre os teores de nitrogênio e as leituras do clorofilômetro SPAD. Dessa forma, como o nitrogênio exerce papel fundamental na constituição dos tecidos vegetais, por ser constituinte nas moléculas de proteínas, o mesmo ao ser aplicado no solo favorece o crescimento das plantas agindo não só no número de folhas, mas também na massa da matéria seca da espiga (Figura 4) o que poderá proporcionar aumento na produção de grãos. Ainda, segundo estes autores, a utilização do SPAD como avaliador de N na planta é vantajosa devido ao menor custo, rapidez, além de não implicar na destruição das folhas.

Considerando que a massa da matéria seca da espiga está intimamente relacionada com os valores de produção, quanto maior a massa de uma espiga maior é o número de grãos. Dessa forma, Filho et al. (2005), quando avaliando a resposta do milho a adubação nitrogenada, também verificaram que houve acréscimo linear para número de grãos por espiga e para a massa de 1.000 grãos de espiga com aumento das doses (Figura 4). Ainda, as variáveis de biomassa exercem fundamental importância para aqueles agricultores que desejam, com a produção, alimentar seus animais pela silagem. Assim, não apenas MSE, como também o somatório de toda a massa da planta, MST, apresentarem maior valor observado na dose de 24 t ha⁻¹ as demais quantidades aplicadas (Figura 5).

3.2. Ensaio 2 – Comparação de fontes orgânica e mineral com base em doses de nitrogênio na cultura do milho 'Robusto'

Verifica-se que de todas as variáveis analisadas apenas número de folhas (NF) não variou estatisticamente quando comparados o composto orgânico e o mineral. O adubo mineral mostrou-se superior para as demais variáveis. As diferentes doses aplicadas mostraram resultados significativos para a variável massa da matéria seca da espiga (MSE), índice SPAD e eficiência agrônômica (EA). Houve diferença significativa para a interação adubos (A) e doses (D) apenas para variável eficiência agrônômica (EA). Para a análise de contraste, que consiste na comparação dos fatores adubos e doses com o tratamento testemunha (sem aplicação de adubos), verifica-se que os primeiros foram superiores e

estatisticamente significativos para todas as variáveis em relação à testemunha, ou seja, a aplicação de adubos, independente da fonte proporcionou superioridade dos parâmetros analisados (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios, teste de F e coeficiente de variação para altura da planta (AP), altura de inserção da espiga (IE), número de folhas (NF), diâmetro do colmo (DC), índice SPAD (SPAD), massa da matéria seca da folha (MSF), massa da matéria seca do colmo (MSC), massa da matéria seca da espiga (MSE) e massa da matéria seca total (MST) e eficiência agrônômica (EA) em milho da variedade Robusto adubado com composto orgânico proveniente de resíduo da produção e abate de caprinos e ovinos e fertilizantes minerais.

| Adubos (A) | AP | IE | NF | DC | MSC | MSF | MSE | MST | SPAD | EA |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | ----- m ----- | | | mm | ----- g planta ⁻¹ ----- | | | | | kg kg ⁻¹ |
| Composto | 2,0 b | 0,9 b | 11,9 | 1,5 b | 43,3 b | 21,2 b | 17,0 b | 81,5 b | 39,6 b | 41,8 b |
| Mineral | 2,3 a | 1,0 a | 12,3 | 1,8 a | 64,6 a | 28,5 a | 28,6 a | 121,7 a | 54,2 a | 82,2 a |
| F | 15,63** | 8,88** | 1,49 ^{ns} | 21,84** | 17,60** | 13,99** | 15,31** | 26,00** | 55,08** | 84,74** |
| Doses eq. (D) kg ha⁻¹ | | | | | | | | | | |
| 27,5 | 2,1 | 1,0 | 12 | 1,6 | 48,7 | 20,8 | 15 | 84,7 | 41,7 | 114,1 |
| 55 | 2,2 | 1,1 | 12,2 | 1,7 | 55,4 | 26,2 | 23,2 | 104,8 | 44,4 | 73,7 |
| 110 | 2,2 | 1,1 | 12 | 1,6 | 53,4 | 24,3 | 26,7 | 104,4 | 50,6 | 34,3 |
| 165 | 2,2 | 1,1 | 12,3 | 1,7 | 58,2 | 28,1 | 26,2 | 112,6 | 51,1 | 26,0 |
| F | 1,35 ^{ns} | 2,15 ^{ns} | 0,36 ^{ns} | 0,68 ^{ns} | 0,63 ^{ns} | 2,48 ^{ns} | 3,31* | 2,28 ^{ns} | 5,59** | 85,04** |
| A vs D | 0,29 ^{ns} | 1,44 ^{ns} | 0,18 ^{ns} | 0,75 ^{ns} | 0,80 ^{ns} | 1,54 ^{ns} | 1,82 ^{ns} | 1,61 ^{ns} | 1,68 ^{ns} | 9,31** |
| CV | 7,5 | 9,7 | 5,5 | 10,6 | 23,1 | 19,4 | 31,8 | 19 | 10,3 | 17,3 |
| Test. | 1,7 | 0,7 | 10,6 | 1,3 | 30,7 | 14,9 | 6,8 | 52,5 | 37,2 | – |
| (A+D) vs Test. | 21,6** | 25,9** | 14,9** | 8,9** | 16,9** | 21,7** | 11,5** | 25,3** | 11,2** | – |

^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Doses eq. – doses equivalentes de nitrogênio independente da fonte.

Independentemente da fonte de aplicação do nitrogênio, observa-se que os dados da massa da matéria seca da espiga seguiram uma tendência linear crescente (Figura 6). Ainda, as leituras do índice SPAD cujo valor está intrinsecamente relacionado às quantidades de nitrogênio na folha da planta aumentou na medida em que se incrementaram as doses de

nitrogênio. Os dados do clorofilômetro se ajustam a uma reta linear crescente de alta relação ($R^2=0,89$) (Figura 6).

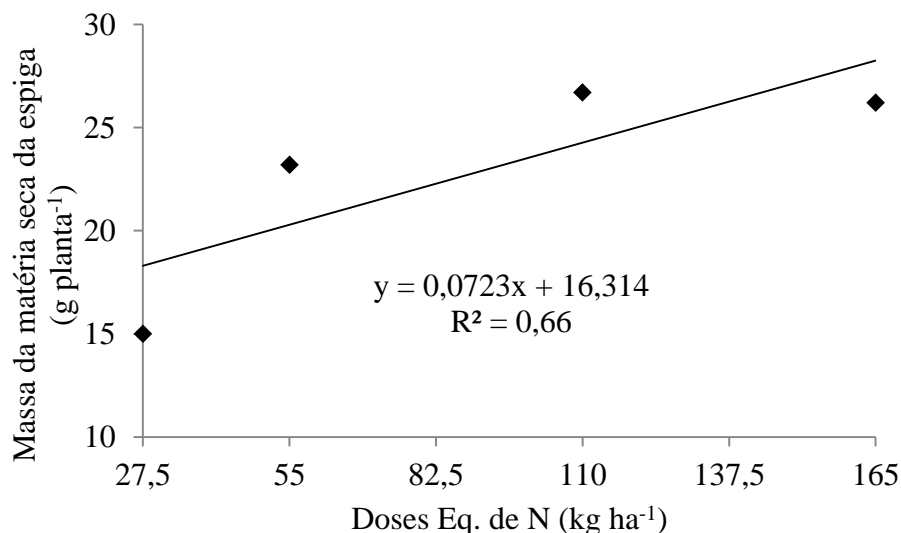


Figura 6. Massa de matéria seca da espiga em função das doses equivalentes de nitrogênio na cultura do milho. * - significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

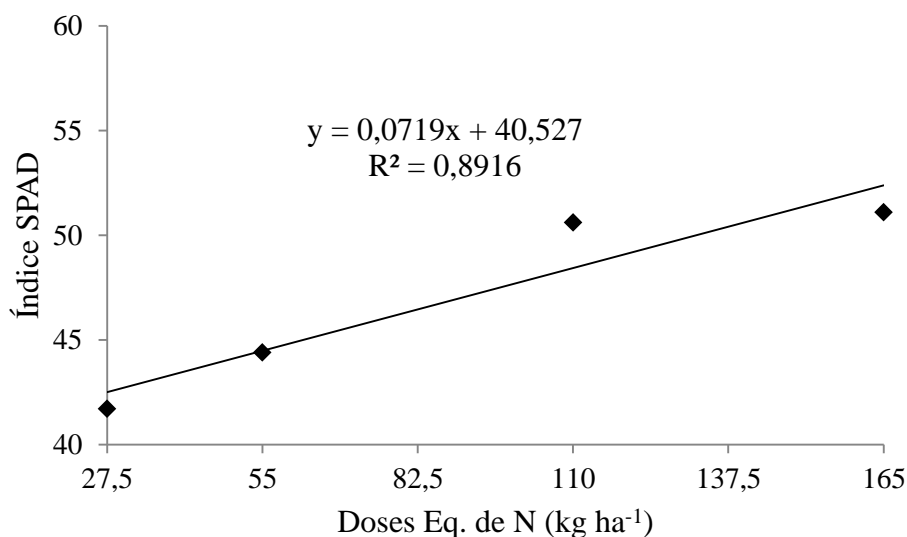


Figura 7. Índice SPAD em função das doses de nitrogênio na cultura do milho. * - significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Resultados semelhantes aos encontrados no presente trabalho para massa da matéria seca da espiga, também foram verificados por Ferreira et al. (2001) que trabalhando com doses de 0, 70, 140 e 210 kg ha⁻¹ de nitrogênio e avaliando os efeitos sobre a produção de

espiga concluíram que não apenas a produção deste produto foi influenciada positivamente pelas doses de nitrogênio, mas também o número de plantas por hectare aumentou decorrente das doses.

A eficiência agrônômica decresceu com a elevação das doses de nitrogênio aplicada (Figura 8). Para o adubo mineral o decréscimo foi maior, pois a cada 1 kg de nitrogênio aplicado a massa de matéria seca decai 0,8247 kg e para o composto a queda é de 0,4153 kg. Na dose de 27,5 kg ha⁻¹ de N, a produção de matéria seca total para o adubo mineral foi de 143,3 kg enquanto que para o composto foi de 84,8 kg.

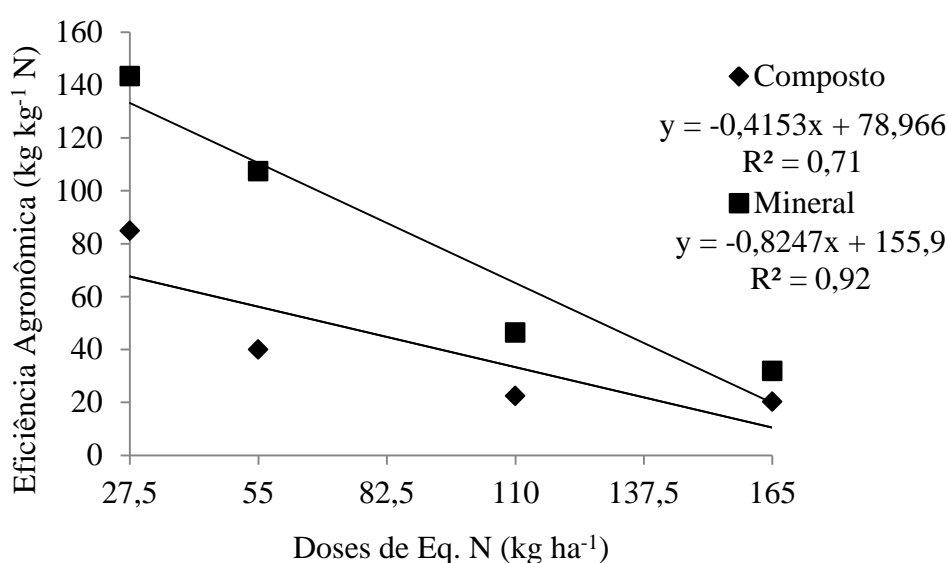


Figura 8. Eficiência agrônômica em função da aplicação de doses equivalentes de nitrogênio na cultura do milho para duas fontes. * - significativo a 1% de probabilidade.

Esses resultados concordam com os observados por Farinelli & Lemos (2010) que avaliando adubação nitrogenada em cobertura em dois sistemas de manejo também verificaram uma diminuição na eficiência agrônômica. Fernandes et al. (2005) trabalhando com seis cultivares de milho e suas eficiências no uso do nitrogênio também verificaram em todas as cultivares diminuição da eficiência do uso de nitrogênio. Ainda segundo os mesmos, a eficiência agrônômica do nitrogênio decresce com as doses aplicadas, em vista do suprimento de N exceder as necessidades da cultura.

Assim, o adubo mineral sofre mais intensamente com esse efeito, pois ele está prontamente disponível às plantas e os excessos podem ser perdidos por volatilização e lixiviação que ocorrem de forma mais intensa quando comparadas com o adubo orgânico.

De acordo com a Figura 7, ao se igualarem as equações de eficiência agronômica baseado na massa de matéria seca total, verifica-se que, a partir de 186,12 kg ha⁻¹ de N, o composto orgânico se equivaleria ao adubo mineral, sendo que doses superiores a citada levaria a uma maior eficiência agronômica para o adubo orgânico.

4. CONCLUSÕES

4.1. O aumento das doses de composto influenciou significativamente o aumento de parâmetros como o número de folhas, índice SPAD, massa da matéria seca da espiga e massa de matéria seca total na cultura do milho.

4.2. A aplicação de adubo orgânico ou mineral proporcionou superioridade nos parâmetros avaliados quando em comparação com milho produzido sem adubos.

4.3 A eficiência do uso do nitrogênio decresce com o aumento das doses de N aplicadas independente da fonte utilizada na cultura do milho.

4.4 Não foi possível obter a dose de composto que se equivaleria ao adubo mineral.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de iniciação científica e tecnológica, à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) pelo apoio na condução do ensaio e à Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA) pela possibilidade de cursar o Bacharelado em Biologia.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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 Agronômico, 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: 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: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 314.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, v. 13 n.2 p.158-167, 2001.

CAMARGO, O. A., H; BERTON. R. S. **A disposição de rejeitos em solos agriculturáveis**. In: RIBEIRO, G. A.; CONSCIONE, A. R.; FALCÃO, A. A.; CUELBAS, C. J.; ANDRADE, J. C.; ALLEONI, L. R. F., CEOLATO, L. C., ABREU, M. F., CAMARGO, O. A., BERTON, R. (eds.). **Análise química de resíduos sólidos para monitoramento e estudos agroambientais**. Campinas-SP: Instituto Agrônomo, 2006. p. 57-75.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. 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**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1017p. p. 376-470, 2007.

CESARIN, A. E.; SOUZA, H. A.; SANTOS, M. D. M.; MODESTO, V. C.; AMORIM, D. A.; NATALE, W. Teores de clorofila e índice SPAD em folhas de goaibeira, em função da aplicação do resíduo da indústria processadora de goaibas. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. CDROOM**. Uberlândia, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010, 4 p.

FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.2, p.6-16, 1998.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Produtividade e eficiência agrônômica do milho em função da adubação nitrogenada e manejos do solos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.2, p.135-146,2010.

FERNANDES, F. C. S.; BUZETTI, S.; ORIVALDO, A.; ANDRADE, J. A. C. Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 2, p. 195-204, 2005.

FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. A. A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, v.58, n.1, p.131-138, 2001.

FERREIRA, M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Índice SPAD e teor de clorofila no limbo foliar do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica, em duas épocas de cultivo. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil. *Revista Ceres*, vol. 53, núm. 305, p. 83-92, 2006.

FAULIN, E. V.; SOLOGUREN, L. J.; GOMES, A. G. **Cadeia produtiva do milho**. Brasília, IICA: MAPA/SPA, (Série Agronegócios; v.1).2007. 108p.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 624 p.

JESUS, S. V.; MARENCO, R.A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazônica**, v.38. n.4, p.815-818, 2008.

KONICA MINOLTA. A lightweigh handheld meter for measuring the chlorophyll content of leaves without causing damage to plants. Chlorophyll meter SPAD-502Plus Catalog. 2009-2013.

FILHO, J. P. R. A; FILHO, A. F.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira Ciência Solo**, 29:467-473, 2005

MARTINS, A. D.; COELHO, F. S; LEO, A. B.; SILVA, M. C. C.; BRAUN, H; FONTES, P. C. R. Relação entre índice SPAD, teores de clorofila extraível e nitrogênio na folha de batata. **Revista Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2 (Suplemento-CD Rom), S 835-841, 2010.

OLIVEIRA, M. N; BEZERRA, R. Cultura do milho. XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX – UFRPE: Recife, 2013.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 624 p.

SILVA, C. A.; MOURA, E. P. **Avaliação dos teores foliares da clorofila na cultura do girassol (*Helianthus annuus L.*)**, em relação às concentrações de nitrogênio. 2013. 36p. Monografia. Curso de em Tecnologia em Mecanização em Agricultura de Precisão, FATEC, Pompeia – SP, 2013.

SOUZA, H. A.; OLIVEIRA, E. L.; MODESTO, V. C.; MONTES, R. M.; NATALE, W. **Atributos químicos do solo tratado com composto orgânico de carcaça e despojo de abate de caprinos e ovinos**. Sobral: EMBRAPA-CNPC, 2012. 8 p. il. (EMBRAPA-CNPC. Comunicado Técnico, 127).

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, T. G.; ALVAREZ V, V. H. (eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Viçosa-MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 322p.

ROSA, M. F.; SOUZA FILHO, M S. M.; FIGUEIREDO, M. C. B.; MORAIS, J. P. S.; SANTAELLA, S.T.; LEITÃO, R.C. **Valorização de resíduos da agroindústria**. II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais – II SIGERA, Foz do Iguaçu, PR, 2011.

VON PINHO, R. G.; VILLELA, T. E. A.; GOMES, M. S.; REZENDE, P. M. **Época da semeadura e de corte de plantas de milho para silagem**. **Revista Ceres**, v. 49, p. 137-150, 2002.

WOLFF, W. M.; FLOSS, E. L. **Correlação entre teores de nitrogênio e de clorofila na folha com o rendimento de grãos de aveia branca**. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, p.1510-1515, 2008.