



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

FONTES DE FERTILIZANTES NITROGENADOS E SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO DA MAMONEIRA

Márcia Maria Bezerra Guimarães¹; Napoleão Esberard de Macedo Beltrão²;
Vera Lúcia Antunes de Lima³; Fabiana Xavier Costa⁴; Joelma Sales dos Santos⁵;
Amanda Micheline Amador de Lucena⁶

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi verificar e quantificar os efeitos de doses (equivalente a nitrogênio) dos adubos, esterco de curral, lodo de esgoto residencial, torta de mamona e uréia, no crescimento inicial da mamoneira, cultivar BRS Nordestina em casa de vegetação. O experimento foi realizado na Embrapa de Campina Grande, estado da Paraíba, e foi utilizado um delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições e 13 tratamentos, com esquema fatorial $4 \times 3 + 1$, cujos fatores foram: tipos de fertilizantes orgânicos (esterco de curral bem curtido, biossólido e torta de mamona) e uréia nas doses de (85,170 e 255 kg de N ha⁻¹), mais um tratamento adicional, que foi a testemunha absoluta sem adubação. Todas dos tratamentos receberam um complemento mineral P e K, nas doses de 80 kg de P₂O₅ e K₂O, aplicados na fundação, com superfosfato triplo e cloreto de potássio. Entre os adubos, o que mais promoveu o crescimento inicial da mamoneira foi a torta desta euforbiácea que, além dos nutrientes, sobretudo do nitrogênio, tem muita fibra, mais de 35%, constituindo-se, assim um fator de melhoria física do ambiente edáfico.

Palavras-chave: *Ricinus Communis* L.; adubação; crescimento.

SOURCES OF NITROGENOUS FERTILIZERS AND THEIR EFFECTS IN THE GROWTH OF THE CASTOR BEAN PLANT

ABSTRACT

The main goal of this research was to verify and quantify the effects of doses (equivalent to nitrogen) of fertilizers, manure from corral, residential sewage sludge, castor oil cake and urea, in the early growth of castor beans, BRS Nordestina in a greenhouse. The experiment was conducted in the Embrapa, at county of Campina Grande, state of Paraíba, Brazil, and it was used an experimental design of randomized with three replicates and 13 treatments, with a factorial $4 \times 3 + 1$, which factors were: types of organic fertilizers (manure from corral and manure, biosolids and castor bean cake) and urea at rates of (85,170 and 255 kg N ha⁻¹), plus an additional treatment, which was the absolute witness without the fertilization. All the treatments witness received a mineral supplement P and K, at doses of 80 kg of P₂O₅ and K₂O, applied in the foundation, with triple superphosphate and potassium chloride. Among the fertilizers, which further promoted the initial growth of castor beans was the pie of Euphorbia that, in addition to nutrients, especially of nitrogen, have much fiber, more than 35%, constituting themselves, thus a factor in improving soil physical environment.

Keywords: *Ricinus Communis* L., fertilization; growth.

Trabalho recebido em 7/10/2008 e aceito para publicação em 10/11/2008.

¹ Bióloga, Mestre em Engenharia Agrícola, Campina Grande - PB, E-mail: mguimaraesbezerra@gmail.com;

² Pesquisador - Embrapa Algodão, Campina Grande - PB, E-mail: napoleao.beltrao@pq.cnpq.br;

³ Professora Associada da UFCG, Departamento de Engenharia Agrícola, Campina Grande - PB, E-mail: antuneslima@gmail.com;

⁴ Bióloga, Mestre em Engenharia Agrícola, Campina Grande - PB, E-mail: fabyxavierster@gmail.com;

⁵ Engenheira Agrícola, Aluna de Doutorado, UFCG, Campina Grande - PB, E-mail: joelma_salles@yahoo.com.br;

⁶ Bióloga, Estudante de Pós-Graduação da UFCG, Campina Grande - PB, E-mail: amandamicheline@hotmail.com.

1. INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma cultura tolerante à seca, concentra em suas sementes aproximadamente 49% de óleo, a exemplo da cultivar BRS Nordestina (BELTRÃO et al., 2002); sua importância se destaca no cenário mundial pela versatilidade do óleo, que pode ser largamente utilizado pela indústria química e na elaboração de biocombustíveis, e ainda por apresentar elevada capacidade de adaptação às condições adversas de clima e solo. Apesar da grande importância da cultura para o desenvolvimento socioeconômico do País, são poucas as informações disponíveis no que diz respeito ao manejo adequado da adubação, irrigação e controle de doenças, dentre outras. De acordo com Canecchio Filho e Freire (1958) e Nakagawa e Neptune, (1971), a mamoneira exporta, da área de cultivo, cerca de 80 kg ha⁻¹ de N, 18 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 32 kg ha⁻¹ de K₂O, 13 kg ha⁻¹ de CaO e 10 kg ha⁻¹ de MgO para cada 2.000 kg ha⁻¹ de baga produzida, porém, a quantidade de nutrientes absorvida aos 133 dias da germinação chega a 156, 12, 206, 19 e 21 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, CaO e MgO, respectivamente, indicando alto requerimento de nutrientes para obtenção da produtividade adequada (NAKAGAWA & NEPTUNE, 1971; RAIJ et al., 1996).

Uma das alternativas para a adubação da mamoneira se dá via orgânica, com o uso do lodo de esgoto, da torta de mamona e do esterco bovino, materiais que têm sido estudados para a adubação de algumas culturas, a exemplo do milho e feijão (NOGUEIRA et al., 2006), algodão (PEDROSA et al., 2005), cana-de-açúcar (MARQUES et al., 2005); e da própria mamoneira, como os trabalhos realizados por Lima et al. (2005) em estudos que constataram a viabilidade do uso do lodo de esgoto para a produção de mudas de mamoneira, e Nascimento et al. (2006) ao avaliarem o uso de doses crescentes de lodo de esgoto na fertilização da mamoneira; Lima et al. (2006) também avaliaram o desenvolvimento e o crescimento inicial de plantas de mamoneira tratadas com torta e casca de mamoneira na adubação e obtiveram bons resultados. Quanto ao esterco bovino, Severino et al. (2006) relatam que o uso de 2,5 t ha⁻¹ promoveu um ganho de produtividade de 457,6 kg ha⁻¹ de sementes em relação ao tratamento sem adubação (163,7 kg ha⁻¹) para a mamoneira em condições de campo.

De acordo com Severino et al. (2006) a torta de mamona concentra 7,54% de N, 3,11% de P, 0,66% de K, 0,75% de Ca e 0,51% de Mg, respectivamente; por outro lado, o lodo de esgoto apresenta 4,38% de N, 3,76% de P, 0,21% de K, 1,61% de Ca e

2,04% de Mg (LIMA et al., 2005). O esterco bovino, por ser utilizado em grande escala pelos produtores, tem sido a fonte referencial de matéria orgânica quando se trata de adubação; contudo, quando comparado ao aporte de nutrientes apresentado pelo lodo de esgoto e pela torta de mamona, tornam-se necessários, estudos mais detalhados no que diz respeito à utilização destes resíduos para o cultivo da mamoneira. De acordo com Severino et al. (2006) o esterco apresenta, em sua composição química, 0,77% de N, 0,87% de P, 0,32% de K, 0,30% de Ca e 0,18% de Mg.

Dentre as fontes de matéria orgânica citadas, os cuidados devem ser mais rigorosos quanto à definição de doses de lodo de esgoto a serem aplicadas ao solo, tanto no período de estiagem, como nos das águas, em virtude do lodo ser um resíduo rico em N, que pode ser rapidamente lixiviado nos períodos de intensa precipitação pluviométrica (VIEIRA & CARDOSO, 2003) e causar contaminação dos mananciais e do ambiente; além disso, a presença de metais pesados é mais freqüente em lodo de cidades industrializadas, a exemplo dos estudos de Silva et al. (2002) com lodo de esgoto procedente do Distrito Federal, para a cultura do milho. Esses fatores são insignificantes no interior do Nordeste e mesmo em cidades de porte médio, como

Campina Grande, que tem gerado resíduo de pouco potencial de contaminação e com poucos metais pesados (PEDROSA et al., 2005).

Com a possibilidade de incremento na área plantada e a importância desta euforbiácea na região Nordeste, é notória a necessidade de estudos e de informações sobre a adubação inorgânica e orgânica em cultivares mais modernas, em particular via adubação orgânica, com o uso de biossólido, esterco e torta de mamona, razão por que se objetivou, com este trabalho, avaliar a evolução do crescimento e da mamoneira cultivar BRS Nordestina adubada com doses crescentes de esterco bovino, lodo de esgoto, torta de mamona e fertilizante NPK em diferentes épocas, quantificar os teores de N, P, K, Ca e S na matéria seca da mamoneira e avaliar os efeitos de diferentes fontes e doses de matéria orgânica nos atributos químicos do solo.

Diante do exposto objetiva-se estudar os efeitos das fontes e doses de nitrogênio no crescimento inicial da mamoneira, via análise de crescimento não destrutivo, com base nos valores de altura de planta, número de folhas, área foliar e diâmetro caulinar, peso de caule, peso de raiz e peso de matéria seca.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação, na Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, a 7°13' de latitude sul, 35°53' de longitude oeste e a 547,7 m de altitude.

Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com três repetições e uma planta por parcela. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial $4 \times 3 + 1$; o primeiro fator se constituiu de três fertilizantes orgânicos (esterco bovino, lodo de esgoto e torta de mamona) e um fertilizante mineral (uréia) e o segundo fator de doses dos fertilizantes estudados (D1=85; D2=170 e D3=225 kg ha⁻¹ de N). O tratamento controle (testemunha) constou de apenas solo sem adubação. Com base nos resultados da fertilidade do solo aplicou-se um suplemento nutricional de P₂O₅ e K₂O da fórmula 80-80 kg ha⁻¹ para todos os tratamentos (T1, T2, T3,..., T12) com exceção da testemunha (T13).

Os fertilizantes orgânicos foram aplicados, na fundação, misturando-se bem o esterco bovino, o lodo de esgoto e a torta de mamona com o material de solo, nos primeiros 20 cm de profundidade do vaso. A adubação nitrogenada com uréia (NPK) foi parcelada, aplicando-se 33% na fundação e 67% em cobertura na forma de

solução aos dias após a emergência das plantas.

Utilizaram-se sementes pré-selecionadas, da cultivar BRS Nordeste, que possui elevada resistência à seca. Para desenvolvimento do experimento foram utilizados vasos de plástico, todos pintados com tinta preta para uniformizar o todo; cada vaso, com capacidade para 30 L e 32 cm de diâmetro, foi furado na base para permitir a drenagem do excesso de água de irrigação. Os vasos foram preenchidos com material de um solo (substrato), de textura arenosa, proveniente do município de Lagoa Seca, PB, classificado como Neossolo Regolítico; o solo foi caracterizado físico e quimicamente no laboratório de Química e Fertilidade do solo da Universidade Federal de Campina Grande (Tabela 1).

No experimento se utilizou quatro tipos de adubo, um de origem química e três fontes orgânicas. O adubo químico se compunha de sulfato de amônio (20% N); cloreto de potássio (60% K₂O) e superfosfato (45% P₂O₅); as fontes de adubação orgânica foram: torta de mamona, esterco de curral e biossólido; as composições químicas realizada no Laboratório de Química do Solo da Embrapa, desses produtos encontram-se na Tabela 2.

Tabela 1. Características físico-hídricas do material do solo utilizado no experimento.

| Características Físicas | Valor |
|--|-------|
| Areia Grossa | 584 |
| Areia fina | 285 |
| Silte | 99 |
| Argila | 31 |
| Densidade aparente (g cm ⁻³) | 1,75 |
| Densidade Real (g cm ⁻³) | 2,73 |
| Porosidade (%) | 39,48 |

Tabela 2. Composição química dos adubos utilizados.

| Tipo de adubo | N | P | K | Ca | Mg |
|-----------------|------|------|------|------|------|
| | (%) | | | | |
| Torta de mamona | 4,5 | 3,11 | 0,66 | 0,75 | 0,51 |
| Esterco bovino | 1,7 | 0,87 | 0,32 | 0,30 | 0,18 |
| Lodo de esgoto | 2,60 | 3,28 | 0,21 | 1,61 | 2,04 |

Fonte: Lima et al. (2005) e Nascimento et al. (2003).

Os fertilizantes orgânicos foram aplicados em fundação misturando-se bem com o esterco bovino e a torta de mamona com o material de solo compreendendo os primeiros 20,0 cm de profundidade do vaso. A adubação nitrogenada com uréia foi parcelada aplicando-se 33% na fundação e 67% em cobertura, na forma de solução, aos trinta dias a emergência das plantas. A semeadura foi realizada com três sementes por vaso inseridas na profundidade de aproximadamente 5,0 cm.

As características de crescimento da cultura da mamoneira foram representadas pelo número de folhas, altura, diâmetro e área foliar das plantas, correspondentes às sete observações sucessivas, realizadas aos

30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias após a semeadura (DAS).

A área foliar foi avaliada por meio de técnica não destrutiva, proposta por Severino et al. (2005), Equação 1:

$$S=0,2622 \cdot P^{2,4248} \quad (1)$$

em que: S é a área foliar (cm²) e P o comprimento da nervura principal (cm).

Os dados referentes as variáveis de crescimento, foram submetidos a análise de variância com teste “F” (FERREIRA, 1991) e regressão. Utilizou-se o software SAS (Statistical Analysis System, versão

6.12), através dos programas Proc GLM e Reg.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características de crescimento da cultura da mamoneira se basearam pelo número de folhas, altura, diâmetro caulinar e área foliar das plantas, correspondentes às sete observações sucessivas, realizadas aos 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 dias após germinação (DAG).

Na Tabela 3 se encontram os resumos das análises de variância da característica de crescimento e o número de folhas por planta da mamoneira, correspondentes as sete observações, NF1 a NF7, realizadas, dos 30 aos 120 dias após a germinação (DAG), com intervalo de 15 dias, em função dos adubos aplicados, torta de mamona, esterco bovino, lodo de esgoto doméstico e adubo mineral, nas dosagens, 85, 170 e 225 kg de N ha⁻¹. Verifica-se, através dos dados obtidos, que o número de folhas por planta foi significativamente influenciado pelo adubo aplicado somente a partir dos 60 DAG; já as doses influenciaram esta variável desde a primeira avaliação exceto aos 105 e 120 DAG.

A interação apresentada na Tabela 3 foi, entre os fatores, significativa para os números de folhas de NF1 a NF4, que correspondiam a valores registrados dos 30

aos 75 DAG; realizou-se, desta forma, o desdobramento das interações que se encontram na Tabela 4.

Verifica-se, em relação aos coeficientes de variação e pelos dados da Tabela 3 que a maior variabilidade dos dados ocorreu nas duas últimas avaliações, fato este que pode estar associado a problemas fitossanitários em algumas parcelas, uma vez que nesta época diversas plantas foram atacadas por ácaros-rajados (*Tetranychus urticae*), dependendo do tratamento recebido.

Constata-se, observando-se os resultados apresentados na Tabela 4, a superioridade dos fertilizantes orgânicos no aumento do número de folhas da mamoneira, especialmente da torta de mamona, na qual se observaram os maiores valores em praticamente todas as observações, em relação ao adubo químico. Tais referidos resultados são coerentes com estudos realizados por Severino et al. (2006) que têm revelado ser a mamoneira altamente responsiva à adubação e que os fertilizantes de origem orgânica atuam além do fornecimento de nutrientes na melhoria das propriedades físicas e químicas do solo, a exemplo do aumento na capacidade de armazenamento de água, aeração, redução na densidade, elevação do pH pela redução da acidez do solo e aumento da CTC.

Tabela 3. Resumo das análises de variância das observações da variável número de folhas, em função do tipo e doses de adubo aplicadas, verificadas dos 30 aos 120 DAG, com intervalo de 15 dias entre as leituras.

| FV | GL | Quadrados Médios | | | | | | |
|----------------|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 |
| Adubo (A) | 3 | 0,63 ^{NS} | 1,41 ^{NS} | 15,73** | 37,8** | 77,065** | 76,55** | 41,52** |
| Dose (D) | 2 | 1,58** | 21,33** | 13,36** | 7,58** | 22,03** | 11,03 ^{NS} | 3,25 ^{NS} |
| IA x D | 6 | 1,55** | 15,41** | 10,065** | 3,58** | 4,95 ^{NS} | 1,88 ^{NS} | 6,21 ^{NS} |
| Fator vs Teste | 1 | 0,69 ^{NS} | 7,69** | 43,69** | 114,01** | 134,62** | 106,26** | 73,92** |
| Bloco | 2 | 0,33 ^{NS} | 2,33** | 0,11 ^{NS} | 0,58 ^{NS} | 3,69 ^{NS} | 1,69 ^{NS} | 4,08 ^{NS} |
| Resíduo | 24 | 0,27 | 0,45 | 1,08 | 1,16 | 1,91 | 8,03 | 5,02 |
| C V (%) | | 13,62 | 10,65 | 13,61 | 11,04 | 12,98 | 26,91 | 22,79 |

* Significativo ($p < 0,05$); ** Significativo ($p < 0,01$); NS não significativo

Tabela 4. Desdobramento da interação Adubo x Doses para a variável número de folhas por planta, para o período de 30 a 75 DAG da mamoneira.

| Adubo | Médias | | | | | |
|-----------------|-----------------------------|-----|------------------------------|-----|------------------------------|-----|
| | 85 kg ha ⁻¹ de N | | 170 kg ha ⁻¹ de N | | 225 kg ha ⁻¹ de N | |
| | N | Dia | N | Dia | N | Dia |
| NF1 (30 DAG) | | | | | | |
| Uréia | 4,00 a A | 30 | 4,00 a A | 30 | 4,33 b A | 30 |
| Esterco Bovino | 4,00 a A | 30 | 3,67 a A | 30 | 3,33 b A | 30 |
| Torta de Mamona | 4,33 a B | 30 | 4,33 a B | 30 | 2,00 a A | 30 |
| Biossólido | 3,67 a A | 30 | 4,33 a A | 30 | 4,00 b A | 30 |
| NF2 (45 DAG) | | | | | | |
| Uréia | 6,00 a A | 45 | 6,33 a A | 45 | 6,00 bc A | 45 |
| Esterco Bovino | 6,33 a A | 45 | 6,33 a A | 45 | 5,00 b A | 45 |
| Torta de Mamona | 6,67 a B | 45 | 11,33 b C | 45 | 2,00 a A | 45 |
| Biossólido | 6,33 a A | 45 | 6,67 a A | 45 | 7,00 c A | 45 |
| NF3 (60 DAG) | | | | | | |
| Uréia | 6,00 a A | 60 | 6,00 a A | 60 | 6,33 ab A | 60 |
| Esterco Bovino | 7,67 a A | 60 | 8,00 ab A | 60 | 7,33 bc A | 60 |
| Torta de Mamona | 7,00 a B | 60 | 11,33 c C | 60 | 4,00 a A | 60 |
| Biossólido | 8,33 a A | 60 | 10,00 bc A | 60 | 9,67 c A | 60 |
| NF4 (75 DAG) | | | | | | |
| Uréia | 7,33 a A | 75 | 7,33 a A | 75 | 6,67 a A | 75 |
| Esterco Bovino | 9,67 ab A | 75 | 9,33 ab A | 75 | 11,00 b A | 75 |
| Torta de Mamona | 10,33 b A | 75 | 13,67 c B | 75 | 12,33 b AB | 75 |
| Biossólido | 8,00 ab A | 75 | 10,67 b B | 75 | 10,67 b B | 75 |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, para cada época de avaliação, tipos e doses de adubo.

Essas propriedades condicionam o solo para melhor crescimento e desenvolvimento das plantas.

Verifica-se, em relação à variável número de folha/planta, que as observações NF5, NF6 e NF7, realizadas aos 90, 105 e 120 dias após a emergência das plântulas da mamoneira, respectivamente, não apresentaram interações significativas entre os fatores estudados; que a torta de mamona foi superior às demais na observação NF5 (90 dias) e todas as avaliações foram superiores às realizadas para a adubação química; tal fato pode ter ocorrido em virtude de que à uréia fonte nitrogênio usada, só tem este elemento em sua composição, diferente dos demais adubos que apresentaram todos os nutrientes necessários para o crescimento e desenvolvimento das plantas (Tabela 5).

A Figura 1 expressa a influência significativa da variação das doses das diferentes doses ao longo do ciclo da cultura sobre a variação do número de folhas da mamoneira. Nota-se que esta variável se ajustou a modelos quadráticos de regressão, por meio dos quais se verifica que até os 67 DAG a dosagem de 170 kg de N ha⁻¹ foi a que mais favoreceu o número de folhas por planta; entretanto, a partir daí a dose mais elevada, 225 kg de N ha⁻¹ apresentou melhores resultados.

O número de folhas junto com a área foliar por planta, define o tamanho do aparelho assimilatório das plantas, de modo que estas variáveis interferem diretamente, em condições ecofisiológicas, no índice de área foliar (LAI), uma das mais importantes características do crescimento das culturas. Observando-se o resumo das análises de variância apresentado na Tabela 6, verifica-se que a variável altura de planta apresentou efeito isolado dos adubos ao longo do ciclo da cultura, exceto nas 3^a e 4^a observações. A altura de planta foi influenciada pelas dosagens aplicadas até a penúltima observação.

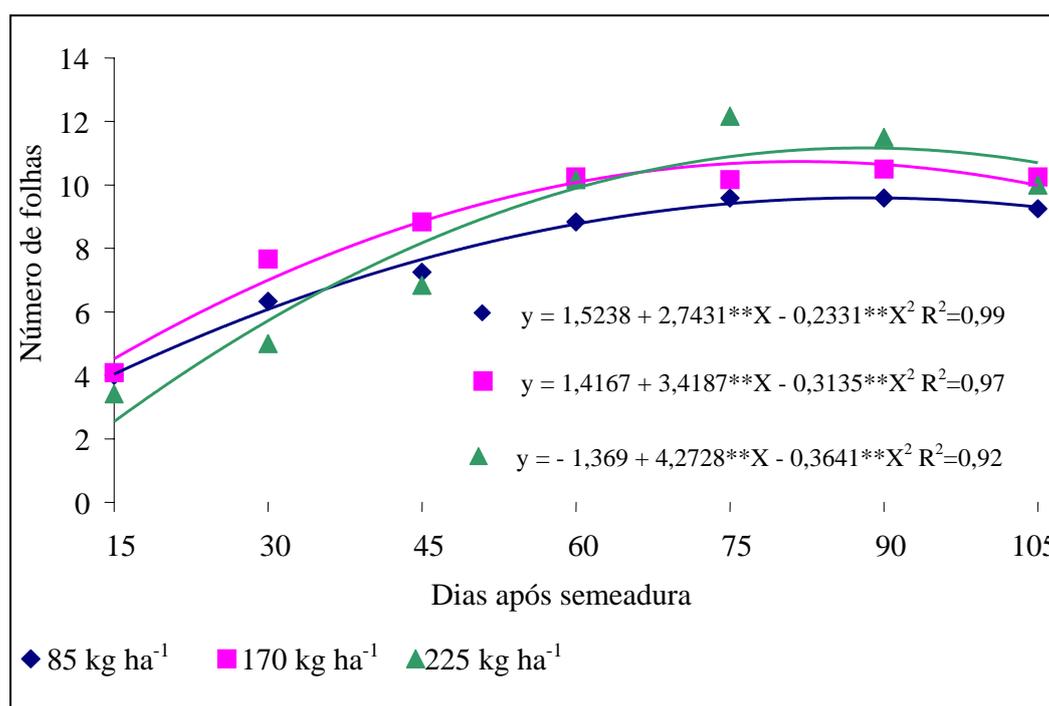
Verificou-se que o contraste ortogonal, função linear simples entre o fatorial (efeito médio de todos os tratamentos adubados) versus testemunha absoluta, sem adubo foi altamente significativo para todas as avaliações realizadas, com exceção da primeira observação.

Tem-se, analisando-se, a Tabela 7 que no início das avaliações a torta de mamona foi o adubo que apresentou os resultados mais desfavoráveis; entretanto, a partir da 2^a observação as plantas mostraram resultados estatisticamente idênticos entre os adubos orgânicos.

Tabela 5. Médias da variável número de folhas para as avaliações NF5, NF6 e NF7 para as diferentes fontes de adubos.

| Adubo | Avaliações | | |
|-----------------|------------|---------|---------|
| | NF5 | NF6 | NF7 |
| NPK | 7,33 a | 6,44 a | 6,67 a |
| Esterco Bovino | 10,67 b | 10,89 b | 10,67 b |
| Torta de Mamona | 14,44 c | 13,33 b | 10,56 b |
| Biossólido | 10,11 b | 11,44 b | 11,44 b |
| DMS | 1,81 | 3,71 | 2,93 |

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Figura 1.** Evolução do número de folhas da mamoneira com diferentes doses de adubos em função dos dias após germinação.**Tabela 6.** Resumo da Análise de Variância dos dados da variável altura de planta, AP, da mamoneira em função dos fatores tipos e doses de adubo.

| FV | G | Quadrado médio | | | | | | | |
|-------------|----|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------|
| | | L | AP1 | AP2 | AP3 | AP4 | AP5 | AP6 | AP7 |
| Adubo | 3 | 98,42** | 33,58* | 12,26 ^{NS} | 58,32 ^{NS} | 324,87** | 292,07** | 321,69** | |
| Dose | 2 | 46,88** | 52,65** | 83,38** | 76,97* | 111,58 ^{NS} | 110,46** | 72,09 ^{NS} | |
| A x D | 6 | 6,46 ^{NS} | 6,03 ^{NS} | 16,72 ^{NS} | 11,35 ^{NS} | 20,84 ^{NS} | 20,29 ^{NS} | 65,66 ^{NS} | |
| Fator Teste | vs | 1 | 2,93 ^{NS} | 41,58** | 154,73** | 503,03** | 1140,24** | 1367,52** | 1798,73** |
| Bloco | 2 | 1,46 ^{NS} | 0,56 ^{NS} | 4,78 ^{NS} | 2,63 ^{NS} | 40,77 ^{NS} | 23,59 ^{NS} | 97,38 ^{NS} | |
| Res | 24 | 6,27 | 8,81 | 12,91 | 20,22 | 33,92 | 16,90 | 39,27 | |
| CV (%) | | 17,64 | 16,3 | 15,75 | 15,07 | 15,90 | 10,53 | 14,3 | |

NS não significativo; * e ** significativo a 1 e 5 % de probabilidade do teste F, respectivamente

Nesse caso se deve considerar que a torta da mamona apresenta vantagens consideráveis devido ao seu alto teor de nitrogênio com relação à quantidade de adubo aplicado; este fato tem como consequência direta, redução nos custos de transporte de material e aplicação.

A torta aplicada correspondeu, em massa, em torno de 1/3 do esterco e a metade do biossólido; também se deve considerar as características sanitárias da torta em relação ao lodo de esgoto, sendo que as maiores restrições para o seu uso resíduos na agricultura é para o cultivo de culturas alimentares, em especial naquelas em que a parte comestível fica em contato com o solo (tubérculos e raízes, como batatinha, mandioca, cenoura, beterraba, nabo, etc). Para culturas industriais, como algodão, cana-de-açúcar, espécies florestais, jardins etc., as maiores preocupações dizem respeito à liberação de Nitrogênio e Fósforo para os mananciais de águas superficiais e subsuperficiais (SILVA et al., 2001).

A decisão do tipo de adubação a ser adotada vai depender do produtor, porém, é importante ressaltar que para que o lucro seja satisfatório se faz conveniente uma boa adubação, garantindo que não haja prejuízos, pois a falta de certos nutrientes essenciais para as plantas poderá reduzir drasticamente à produção, o potencial de

renda, a resistência da cultura a seca, a doenças e a insetos. De acordo com Lopes (1989) a adubação é responsável por cerca de um terço, ou mais, da produção total das culturas chegando, em muitos casos, a 60 - 80%. Muitos autores acreditam que nenhum outro insumo leva a um retorno tão elevado quanto o uso dos fertilizantes.

A Tabela 8 resume a análise de variância dos diâmetros do caule da mamoneira em função dos fatores estudados, tipos e doses de adubo; esta característica foi influenciada não apenas pelo adubo como também pela dosagem aplicada, durante todo o ciclo da cultura, com exceção das segunda, sexta e sétima avaliações, que não foram significativas.

A interação entre os fatores foi significativa motivo pelo qual se procedeu ao seu desdobramento, apresentado na Tabela 9.

Examinando-se os dados apresentados na Tabela 9, vêem-se as médias do diâmetro do caule da mamoneira, da segunda à sétima observação, DC3 (diâmetro de caule na terceira avaliação) a DC7 (diâmetro de caule na sétima avaliação), para as diferentes fontes de adubos percebendo-se a importância da adubação orgânica no crescimento da mamoneira, como já verificado antes para as demais características.

Tabela 7. Médias da variável altura de planta nos períodos 30, 45, 60, 75, 90 e 120 DAG para as diferentes fontes de adubos

| Adubo | Médias | | | | |
|-----------------|--------|----------|---------|---------|---------|
| | AP1 | AP2 | AP5 | AP6 | AP7 |
| Uréia | 17,39b | 19,78b | 30,28a | 31,83a | 37,00a |
| Esterco Bovino | 14,78b | 18,83 ab | 44,56b | 45,06c | 48,56bc |
| Torta de Mamona | 9,56a | 15,39 a | 37,22ab | 41,72bc | 49,11c |
| Biossólido | 15,06b | 18,83 ab | 34,44a | 37,61b | 40,61ab |

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 8. Resumo da Análise de Variância dos dados da variável diâmetro do caule da mamoneira em função dos fatores estudados

| FV | GL | Quadrado médio | | | | | | |
|----------------|----|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | | Avaliações | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Adubo (A) | 3 | 0,10** | 0,04 ^{NS} | 8,21** | 17,80** | 38,15** | 77,92** | 71,21** |
| Dose (D) | 2 | 0,04** | 0,07 ^{NS} | 17,71** | 13,21** | 5,68** | 15,85 ^{NS} | 16,36 ^{NS} |
| Inter A x D | 6 | 0,03** | 0,02 ^{NS} | 8,19** | 4,82** | 4,81** | 23,46** | 6,66 ^{NS} |
| Fator vs Teste | 1 | 0,003 ^{NS} | 0,09* | 277,69** | 587,59** | 615,94** | 446,45** | 532,05* |
| Bloco | 2 | 0,01 ^{NS} | 0,03 ^{NS} | 1,14 ^{NS} | 3,61 ^{NS} | 2,65 ^{NS} | 11,28 ^{NS} | 0,86 ^{NS} |
| Resíduo | 24 | 0,01 | 0,02 | 2,13 | 1,37 | 1,26 | 6,23 | 5,67 |
| CV(%) | | 13,49 | 16,7 | 13,54 | 7,81 | 6,85 | 16,5 | 13,6 |

NS não significativo; * e ** significativo a 1 e 5 % de probabilidade do teste F, respectivamente, CV coeficiente de variação.

Tabela 9. Desdobramento da interação A x D do tipo de adubo dentro das doses e das doses nos tipos de adubo, para a variável Diâmetro de Caule, nos períodos DC1, DC3, DC4, DC5 e DC6 da mamoneira.

| Adubo | Médias | | | |
|---|-----------------------------|------|------------------------------|------------------------------|
| | 85 kg ha ⁻¹ de N | Dias | 170 kg ha ⁻¹ de N | 225 kg ha ⁻¹ de N |
| Avaliação de diâmetro de caule aos 30 DAG | | | | |
| Uréia | 0,83 a A | | 0,83 b A | 0,80 b A |
| Esterco Bovino | 0,67 a A | | 0,60 a A | 0,60 b A |
| Torta de Mamona | 0,70 a A | | 0,67 ab A | 0,33 a B |
| Biossólido | 0,67 a A | | 0,63 ab A | 0,70 b A |
| Avaliação de diâmetro de caule aos 45 DAG | | | | |
| Uréia | 11,27 a A | 60 | 11,00 a A | 11,00 bc A |
| Esterco Bovino | 10,83 a A | 60 | 10,33 a A | 8,33 ab A |
| Torta de Mamona | 10,67 a B | 60 | 13,33 a AB | 6,67 a A |
| Biossólido | 10,93 a A | 60 | 13,00 a A | 12,00 c A |
| Avaliação de diâmetro de caule aos 60 DAG | | | | |
| Uréia | 13,33 a A | 75 | 14,00 a A | 14,10 ab A |
| Esterco Bovino | 13,27 a AB | 75 | 15,50 ab B | 12,87 a A |
| Torta de Mamona | 17,53 b B | 75 | 18,57 c B | 13,87 ab A |
| Biossólido | 14,73 a A | 75 | 16,67 bc A | 15,77 b A |
| Avaliação de diâmetro de caule aos 75 DAG | | | | |
| Uréia | 13,90 Aa A | 90 | 14,30 a AB | 16,33 ab B |
| Esterco Bovino | 14,00 a A | 90 | 17,57 b B | 15,37 a AB |
| Torta de Mamona | 19,53 b AB | 90 | 20,67 c B | 18,13 b A |
| Biossólido | 15,77 a A | 90 | 16,10 ab A | 15,30 a A |
| Avaliação de diâmetro de caule aos 105 dias DAG | | | | |
| Uréia | 12,13 a A | 105 | 13,27 a A | 10,33 a A |
| Esterco Bovino | 12,20 a A | 105 | 12,63 a A | 16,63 b A |
| Torta de Mamona | 20,33 b A | 105 | 15,63 a A | 20,27 b A |
| Biossólido | 11,83 a A | 105 | 18,00 a B | 18,30 b B |

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Destaca-se que, quanto maior o diâmetro do caule mais a planta apresenta vigor, robustez e, portanto, maior resistência ao tombamento dos ataques de pragas etc.

Ainda se constata, na Tabela 9 que o crescimento da planta, representado pelo diâmetro do caule, em todas as avaliações, exceto a última, foi afetado de forma desfavorável quando com o aumento da

dosagem dos adubos, de 170 para 225 kg de N ha⁻¹, diferentemente da adubação química que mostrou comportamento inverso. As plantas adubadas com a mamona, inicialmente apresentaram os menores valores de diâmetro caulinar, mas a partir da quarta avaliação, se constata a recuperação do crescimento destas plantas, chegando a se igualar e depois a superar os

valores alcançados por esta característica na presença dos demais fertilizantes.

De modo geral, o adubo que favoreceu o melhor desempenho do diâmetro caulinar foi à torta da mamona, seguida do bio sólido. Para Lima et al. (2005) a aplicação de lodo de esgoto como suplemento nutricional para a cultura da mamoneira é uma estratégia viável para o aproveitamento deste resíduo, haja vista que, na medida em que as cidades vão investindo no tratamento do esgoto doméstico, quantidades cada vez maiores de lodo de esgoto ou bio sólidos são disponibilizadas com grande potencial de uso agrícola e redução de custo de produção.

A análise dos dados apresentados na Tabela 9 permite, também, observar que, ao longo do tempo de avaliação, as diferentes dosagens do fertilizante químico aplicado não exerceram influência sobre o diâmetro caulinar da mamoneira. Para a adubação química as diferentes dosagens resultaram em respostas diferentes da planta, fato que pode ter ocorrido em razão de que a adubação com fertilizantes ricos em matéria orgânica promove mudanças nas características físicas, químicas e biológicas do solo, melhorando sua estrutura, reduzindo a plasticidade e a coesão, aumentando a capacidade de retenção de água e a aeração, permitindo

maior penetração e distribuição das raízes, aumentando a capacidade de retenção dos nutrientes, propiciando melhores condições para o desenvolvimento das plantas. Resultado semelhante foi obtido por Nascimento (2003) em experimento com bio sólido, como adubo e condicionador do solo na cultura de mamona, nas dosagens de 75 e 150 kg ha⁻¹ de N, sendo a cultura irrigada com água residuária, doméstica e tratada.

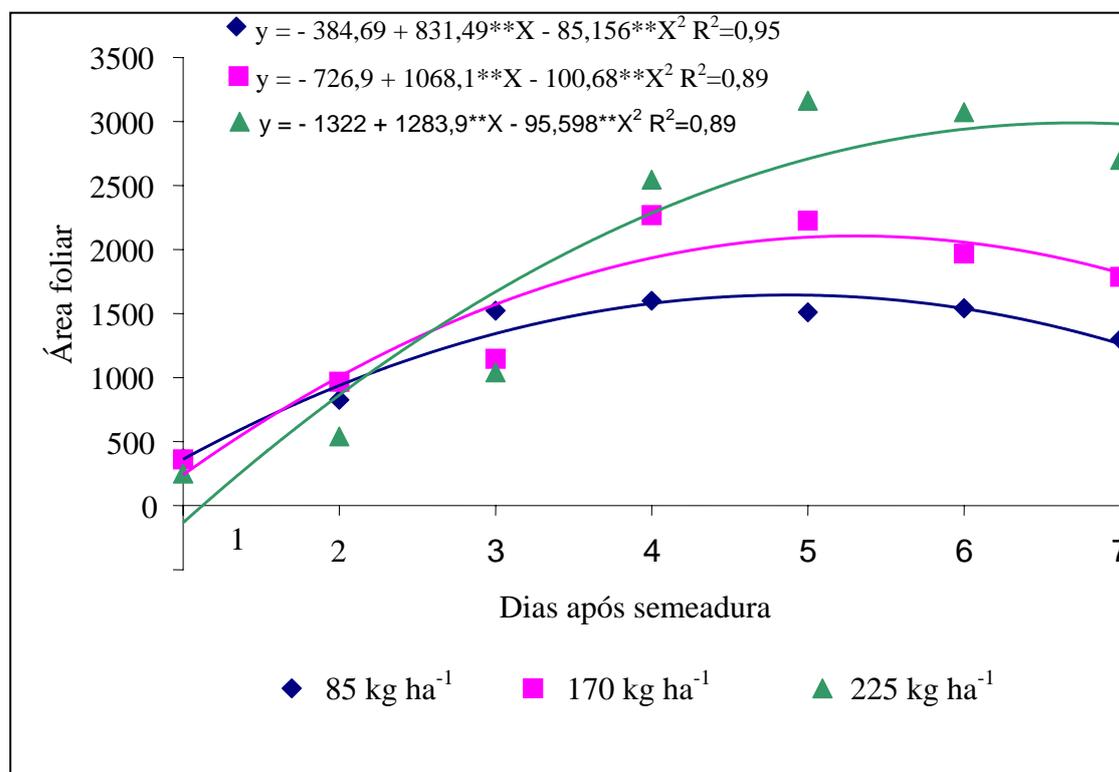
O desdobramento das interações entre os fatores estudados, relativo à área foliar, mostrado na Tabela 10, permite verificar que a adubação orgânica, via torta de mamona, na dosagem intermediária foi mais efetiva para o crescimento da área foliar que os demais fertilizantes.

A avaliação da Tabela 10 permite, também, verificar que a adubação com o bio sólido promoveu o incremento da área foliar com o aumento da dosagem em todas as avaliações realizadas; já para a torta e o esterco bovino, a área foliar obteve maior desenvolvimento para a dosagem intermediária, exceto na última avaliação; verifica-se, ainda, que a variação na dosagem da adubação química, com uréia, não influenciou o comportamento das plantas, em relação a área foliar. De modo geral, a dosagem que mais favoreceu o desempenho da planta, representado pela área foliar, foi 255 kg ha⁻¹ de N (Figura 2).

Tabela 10. Desdobramento da interação A x D do adubo dentro das doses para a variável Área Foliar nos períodos Área foliar 2, Área foliar 4 e Área foliar 5 da mamoneira.

| Adubo | Médias | | |
|-----------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | 85 kg ha ⁻¹ de N | 170 kg ha ⁻¹ de N | 225 kg ha ⁻¹ de N |
| AF2 | | | |
| Uréia | 614,57 Aa | 628,80 A a | 578,04 Aa |
| Esterco Bovino | 608,08 Aa | 556,66 A a | 273,00 Aa |
| Torta de Mamona | 1166,47Bb | 1475,64B b | 142,52 Aa |
| Biossólido | 914,10 Aab | 1205,90 A b | 1169,4 Ab |
| AF4 | | | |
| Uréia | 623,65 Aa | 787,01A a | 797,31Aa |
| Esterco Bovino | 1195,67 Aa | 1860,74A ab | 1749,99Aa |
| Torta de Mamona | 3287,09 Ab | 3668,21 A c | 3680,47Ab |
| Biossólido | 1291,20 Aa | 2759,50 B bc | 3953,2Cb |
| AF5 | | | |
| Uréia | 641,00 Aa | 604,98Aa | 809,27 Aa |
| Esterco Bovino | 1060,91Aa | 1952,63ABb | 2506,11 Bb |
| Torta de Mamona | 3290,97Ab | 4368,51Bc | 5897,52 Cc |
| Biossólido | 1047,96Aa | 1978,30 Ab | 3436,08 Bb |

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Figura 2.** Evolução da área foliar da mamoneira com diferentes doses de adubos em função dos dias após semeadura.

Na Figura 2 se acha o comportamento da área foliar em resposta às diferentes dosagens de adubos; se verifica que no estágio inicial de crescimento da cultura as dosagens de 85 e 170 kg ha⁻¹ de N conferiram melhores respostas que a dosagem mais elevada, porém a partir da terceira avaliação até o final do período relatado deu-se uma inversão no comportamento da cultura resultando no maior favorecimento do desempenho da planta para a dosagem de 255 kg ha⁻¹ de N.

A Tabela 12 contém as médias da variável área foliar verificada ao longo do ciclo da cultura; observa-se também a superioridade das plantas adubadas com a torta de mamona, com valor de área foliar de quase dez vezes superior ao obtido com a adubação química para a sexta observação; para a análise dos dados da sétima avaliação vê-se um declínio dos valores em razão possivelmente, da senescência das folhas devido ao tempo já avançado do ciclo da cultura.

Tabela 12. Médias da variável Área Foliar da mamoneira Área foliar 1, Área foliar 3, área foliar 6 e área foliar 7, para os diferentes fontes de adubos.

| Adubo | Médias | | | |
|-----------------|-------------|------------|-----------|-----------|
| | Área Foliar | | | |
| | 1 | 3 | 6 | 7 |
| Uréia | 398,06 b | 762,26 a | 482,45 a | 425,89 a |
| Esterco Bovino | 166,32 a | 1026,19 ab | 1936,97 b | 1918,96 b |
| Torta de Mamona | 318,57 ab | 1471,33 ab | 4411,65 c | 3489,08 c |
| Biossólido | 426,20 b | 1685,10 b | 1945,99 b | 1879,79 b |
| dms | 158,25 | 907,15 | 1175,78 | 993,49 |

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

4. CONCLUSÕES

As plantas da mamoneira, cultivar BRS Nordestina, foram beneficiadas pela adubação orgânica, em especial com a torta dessa oleaginosa e o biossólido, além do incremento significativo no seu crescimento, retratado pela área foliar, diâmetro caulinar e altura; praticamente, as

plantas não foram atacadas por acaro rajado (*Tetranychus urticae*) o que não ocorreu com os demais tratamentos com uréia, esterco de curral e a testemunha absoluta, sem fertilização.

REFERÊNCIAS

- BELTRÃO, N. E. DE M.; FIDELES FILHO, J.; FIGUEIREDO, I. C. M. Uso adequado de casa de vegetação e de telados na experimentação agrícola. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB. v. 6, n. 3, p. 547-552, 2002.
- CANNECCHIO FILHO, V.; FREIRE, E. S. Adubação da mamoneira: experiências preliminares. **Revista Bragantia**, v.17, p.243-259, 1958.
- LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. L.; VALE, L. S.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento inicial de mudas de mamoneira em substrato contendo lodo de esgoto e casca de amendoim. **Revista de oleaginosas e fibrosas**, Campina Grande, v. 9, n. 1/3, p. 887-891, 2005.
- LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; FERREIRA, G. B. Efeito da adição de cinza de madeira e esterco bovino no crescimento inicial da mamoneira cultivada em solo ácido. In: II Congresso Brasileiro de Mamona - Energia e sustentabilidade, 2006, Aracajú. II Congresso Brasileiro de Mamona - Energia e sustentabilidade, 2006 **Anais**.
- LOPES, M. **Contribuição para o estudo fitoquímico de *Ottonia martiana* Miq. – Piperaceae**. 1989. 102f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- MARQUES JÚNIOR, R. B.; CANELLAS, L. P.; SILVA, L. G.; CANUTO, E. L.; OLIVARES, F. L. Níveis populacionais de bactérias diazotróficas endolíticas na presença de ácidos húmicos: um potencial para geração de inoculantes. In: VI Encontro Brasileiro de Substâncias Húmicas, 2005, Rio de Janeiro. **Anais...**
- NAKAGAWA, J.; NEPTUNE, A. M. L. Marcha de absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.) cultivar Campinas. **Anais da Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v.28, p. 323-337, 1971.
- NASCIMENTO, M. B. H.; LIMA, V. L. A.; BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, A. P.; FIGUEIREDO, I. C. M.; LIMA, M. M. Uso de biossólido e água residuária no crescimento e desenvolvimento da mamona. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 10, p. 1001-1007, 2006.
- NOGUEIRA, R. A. T; SAMPAIO, R. A, SOARES F C, MACHADO F. I. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Volume 6- Número 1 - 1º Semestre 2006.
- PEDROSA, J. P.; BELTRÃO, N. E. M.; HAANDEL, A. C. Van; GOUVEIA, J. P. G.. Doses crescentes de biossólido e seus efeitos na produção e componentes do algodoeiro herbáceo. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Belo Horizonte - MG, v. 5, n. 2, 2005.
- RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1991. 285p. (Boletim Técnico, 100).

- SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; CARDOSO, G. D.; VIRIATO, J. R.; BELTRÃO, N. E. M. Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 5, p. 879-882, 2006.
- SEVERINO, L. S.; LIMA, R. L. S.; BELTRÃO, N. E. M. **Composição química de onze materiais orgânicos utilizados em substratos para produção de mudas**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006 (Comunicado Técnico).
- SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; SHARMA, R. D. **Alternativa agrônômica para o biossólido produzido no Distrito Federal. II**. Aspectos qualitativos, econômicos e práticos de seu uso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26, p.497-503, 2002.
- SILVA, N. M. Calagem e adubação do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3, Campo Grande, 2001. Produzir sempre, o grande desafio: **resumo** das palestras. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001.
- VIEIRA, R. F.; CARDOSO, J. A.. Variação nos teores de nitrogênio mineral em solo suplementado com lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 867-874, 2003.