



ACÚMULO DE NITROGÊNIO E MICRONUTRIENTES EM LEGUMINOSAS SUBMETIDAS À ADUBAÇÃO COM RESÍDUO ORGÂNICO

Carla Danielle Vasconcelos do Nascimento¹, Mirian Cristina Gomes Costa², Kaio Gráculô Vieira Garcia³, Cillas Pollicarto da Silva³, Cleyton Saialy de Medeiros Cunha⁴

1. Mestranda em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Ceará – Fortaleza, Ceará, Brasil
(carla@agronoma.eng.br);
2. Professora Dra. Adjunta III - Universidade Federal do Ceará – Fortaleza, Ceará, Brasil;
3. Mestrando em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Ceará – Fortaleza, Ceará, Brasil;
4. Doutorando em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Ceará – Fortaleza, Ceará, Brasil.

Recebido em: 12/04/2014 – Aprovado em: 27/05/2014 – Publicado em: 01/07/2014

RESUMO

A importância da avicultura evidencia a necessidade de estudos que indiquem alternativas para destinação apropriada dos resíduos gerados ao longo do processo produtivo. Destaque é dado aos teores de matéria orgânica desses resíduos, bem como as grandes quantidades geradas. Nesse contexto, torna-se importante também o estudo da liberação de nutrientes dos resíduos orgânicos e sua influência no acúmulo de nutrientes pelas plantas. O objetivo deste estudo foi avaliar o acúmulo de N, Cu, Fe Mn e Zn na parte aérea de leguminosas mediante diferentes doses de resíduo orgânico proveniente de indústria aviária. O estudo foi realizado em casa de vegetação com delineamento experimental inteiramente casualizado e esquema fatorial 4 x 2, com cinco repetições. Os tratamentos foram quatro doses de resíduo (0, 1020,41 kg ha⁻¹, 2040,82 kg ha⁻¹, 4081,63 kg ha⁻¹) e duas leguminosas: Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) e Leucena (*Leucaena leucocephala*). Quarenta dias após adição do resíduo avícola foi avaliado o acúmulo de micronutrientes na parte aérea bem como de nitrogênio na parte aérea e raiz. Ao final do período de avaliação, constata-se que, embora o aumento no acúmulo de micronutrientes tenha sido consistente com o aumento das doses, o resíduo não provoca toxidez. O resíduo de indústria aviária possibilita maior acúmulo de nitrogênio e micronutrientes em *L. leucocephala* e *M. caesalpiniaefolia*.

PALAVRAS-CHAVE: Acúmulo de nutrientes, matéria orgânica, resíduo avícola.

NITROGEN AND MICRONUTRIENTS ACCUMULATION IN LEGUMES UNDER FERTILIZATION WITH ORGANIC WASTE

ABSTRACT

The importance of the poultry industry highlights the need for studies to suggest alternatives for proper disposal of waste generated during the production process. Emphasis is given to the organic matter content of the waste, as well as the amount

generated. In this context, it becomes important to study the release of nutrients from organic waste, and its influence on nutrient uptake by plants. The aim of this study was to evaluate the accumulation of N, Cu, Fe, Mn and Zn in shoots of legumes by doses of organic waste from the poultry industry. The study was conducted in a greenhouse with a completely randomized design and 4 x 2 factorial design with five replicates. The treatments were four levels of residue (0, 1020.41 kg ha⁻¹, 2040.82 kg ha⁻¹, 4081.63 kg ha⁻¹), and two legumes: Sabia (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) and leucaena (*Leucaena leucocephala*). Forty days after addition of poultry manure was evaluated micronutrient accumulation in shoots and nitrogen in shoot and root. At the end of the evaluation period, it appears that, although the increase in the accumulation of micronutrients has been consistent with increasing doses, the residue does not cause toxicity. The residue poultry industry enables greater accumulation of nitrogen and micronutrients in *L. leucocephala* and *M. caesalpiniaefolia*.

KEYWORDS: poultry waste, accumulation of nutrients, organic matter.

INTRODUÇÃO

A avicultura consolidou-se como uma das mais importantes e eficientes atividades da agropecuária brasileira, o que levou o Brasil a transformar-se no maior exportador mundial de carne de frango. Inicialmente concentrada nas regiões Sul e Sudeste, a atividade vem se espalhando pelo território nacional, aproximando-se não só das regiões produtoras de matérias-primas, mas também das regiões consumidoras, o que explica, em parte, seu crescimento na Região Nordeste. Conquanto a avicultura nordestina não se tenha ainda lançado ao mercado externo (com raras exceções), já se constitui em importante geradora de renda e de emprego (EVANGELISTA et al., 2009). Com isso, verifica-se que a cadeia produtiva de frangos de corte ocupa posição de destaque no agronegócio brasileiro. Juntamente com o crescimento da produção de aves há aumento da quantidade de resíduos gerados (ABREU et al., 2009).

Vários estudos têm demonstrado a eficiência dos resíduos orgânicos na melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo e no aumento da produtividade das culturas. Além disso, o uso de resíduos orgânicos, como forma de adubação, evita que os mesmos sejam descartados no ambiente sem as devidas precauções. (FERREIRA et al., 2010).

Além dos efeitos benéficos, existem estudos que indicam efeitos negativos associados à adição de resíduos orgânicos aos solos. Quando inadequadamente manuseados e tratados, constituem fonte de contaminação e agressão ao ambiente, especialmente quando direcionados para os mananciais hídricos (EMBRAPA, 2010). Cuidados são necessários na utilização de resíduos como adubo orgânico, pois estes podem ser poluentes, apresentando elevado conteúdo de matéria orgânica e carga microbiológica, que se dispostos de maneira inadequada no meio podem levar a problemas ambientais, como depreciação da paisagem, odores oriundos da degradação da matéria orgânica, proliferação de vetores, contaminação das águas superficiais e dos lençóis freáticos, além da presença do chorume, líquido altamente poluente, originado da decomposição dos resíduos orgânicos (SALVARO et al., 2007). A busca por alternativas para solucionar esses problemas tem sido intensificada pelo aumento da vigilância de órgãos ambientais, com exigência de licenciamento para a indústria aviária (RINALDI et al., 2012).

O aumento do custo dos fertilizantes minerais gera aumento na demanda por pesquisas para avaliar a viabilidade técnica e econômica da utilização de resíduos orgânicos em larga escala. Não obstante, a liberação de nutrientes dos resíduos orgânicos, bem como o acúmulo de nutrientes pelas plantas é, também, um aspecto ainda pouco estudado.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho consistiu em avaliar o acúmulo de Cu, Fe, Mn e Zn na parte aérea de leguminosas, bem como acúmulo de nitrogênio na parte aérea e radicular dessas plantas, mediante doses de resíduo orgânico proveniente de indústria aviária.

MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, em área da Universidade Federal do Ceará, no município de Fortaleza – CE. A localização geográfica de Fortaleza é 3°45'47' de latitude sul e 38°31'23' de longitude oeste, a uma altitude média de 47 metros. O clima é Aw (tropical com inverno seco), segundo classificação de Köppen (1948).

O solo utilizado no experimento foi coletado em Irauçuba (CE), no distrito de Juá. Coletou-se amostra composta para caracterização física e química do solo. As análises foram realizadas no Laboratório de Manejo do Solo do Departamento de Ciências do Solo – UFC, seguindo os procedimentos analíticos descritos em EMBRAPA (1997) (Tabelas 1 e 2).

TABELA 1 - Caracterização química do solo utilizado no experimento.

Prof	pH (H ₂ O)	N	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	MO
Cm	01:2,5	g kg ⁻¹	- mg kg ⁻¹ -		-----cmolc kg ⁻¹ -----				g kg ⁻¹
0-20cm	5,4	0,6	4,13	0,28	2,6	2,4	0,5	5,78	7,3

Prof= profundidade; N (micro-Kjeldhal); P, K= (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹); Al, Ca, Mg =(KCl 1 mol L⁻¹); SB = Soma de bases; MO= Matéria orgânica;

TABELA 2 - Caracterização física do solo do experimento.

Prof	Areia	Silte	Argila	Dp
cm	-----g kg ⁻¹ -----			g cm ⁻³
0-20	839,0	91,0	70,0	1,86

Granulometria = Método da pipeta; densidade de partículas.

O resíduo coletado na Estação de Tratamentos de Efluentes de uma indústria de frangos de corte foi acondicionado em saco de 50 kg e armazenado em galpão. Após três dias de estabilização procedeu-se a peneiração e moagem para obtenção de material pulverulento. Antes da aplicação, uma amostra composta do resíduo orgânico foi analisada para fins de caracterização (Tabela 3).

As sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth foram provenientes do campo experimental da Embrapa Meio-Norte, Piauí, já as sementes de *Leucaena leucocephala* foram coletadas no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará. As sementes foram submetidas a um tratamento de superação de dormência com ácido sulfúrico (96-98 % PA), com imersão durante 6 minutos para *M. caesalpiniaefolia* e 20 minutos para *L. leucocephala*. Posteriormente, as sementes foram lavadas com água destilada.

TABELA 3: Caracterização química e físico-química do resíduo avícola, Fortaleza – CE, em setembro de 2013.

Determinações	Unidade	Valor
pH CaCl ₂ 0,01 M	-	5,94
Umidade (65°C)	%	6,87
Nitrogênio Total	g kg ⁻¹	43,76
Carbono Orgânico	%	46,13
Mat. Orgânica Total	%	79,34
Relação C/N (C Org e N total)	-	10,5/1
Fósforo (P ₂ O ₅ Total)	g kg ⁻¹	19,6
Potássio (K Total)	mg kg ⁻¹	6,0
Cálcio (Ca Total)	g kg ⁻¹	45,1
Magnésio (Mg Total)	g kg ⁻¹	1,7
Cobre (Cu Total)	mg kg ⁻¹	450,23
Ferro (Fe Total)	mg kg ⁻¹	1354,9
Manganês (Mn Total)	mg kg ⁻¹	94,9
Zinco (Zn Total)	mg kg ⁻¹	574,2
Sódio (Na Total)	mg kg ⁻¹	12,0

N (método Micro-Kjeldhal); / C total (Oxidação da matéria orgânica com solução 0,167 mol L⁻¹ de Dicromato de potássio e titulação do excesso de dicromato com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,20 mol L⁻¹); / P (Colorimetria); / K, Na (Espectrofotometria de chama); / Ca, Mg, Cu, Mn, Zn e Fe (Espectrofotometria de absorção atômica);

Utilizando ripado rústico e cobertura de sombrite a 50%, foi iniciada a produção de mudas para realização do estudo. Para semeadura, procedida em bandejas de 162 células, colocou-se três sementes por célula, na profundidade de 2 cm. O substrato utilizado foi constituído por uma mistura com as proporções de 2:2:1:1 de serapilheira de cajueiro, casca de arroz carbonizado, esterco bovino (estabilizado por cerca de 70 dias) e areia, respectivamente, devidamente homogeneizados. Com 12 DAS (dias após semeadura), procedeu-se o desbaste em cada célula, selecionando-se a planta mais vigorosa. O transplante foi realizado aos 15 DAS.

As mudas foram transplantadas em vasos com capacidade de 5 litros, preenchidos com solo e resíduo orgânico da Estação de tratamento de efluentes de indústria aviária, constituindo os tratamentos avaliados no presente estudo. Cada vaso constituiu uma unidade experimental e recebeu duas mudas, sendo que o desbaste foi feito aos 10 dias, permanecendo somente as plantas mais vigorosas. Por ocasião do transplante das mudas, os vasos foram irrigados até a capacidade de campo e pesados para auxiliar no controle da irrigação do experimento.

O delineamento experimental utilizado foi em delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4 x 2 com 5 repetições, sendo 4 doses de resíduo orgânico (0 kg ha⁻¹; 1.020 kg ha⁻¹; 2.040,82 kg ha⁻¹; 4.081,63 kg ha⁻¹) e duas espécies de leguminosas (*L. leucocephala* e *M. caesalpiniaefolia*). A aplicação do resíduo foi feita por meio da homogeneização das quantidades de cada tratamento com 4 kg solo.

As plantas foram coletadas para realização de análises químicas quarenta dias após o transplante. Na biomassa proveniente da parte aérea das plantas foram determinados os micronutrientes. Também foram quantificados os teores de nitrogênio da parte aérea e na raiz das leguminosas.

Seguindo procedimentos descritos em MALAVOLTA & VITTI (1997), os extratos para análise dos teores de cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) foram obtidos por meio da digestão nitroperclórica. Os teores de N total foram determinados pelo método semimicro Kjeldahl, que consiste em digestão sulfúrica e destilação do digerido em meio alcalino utilizando destilador de nitrogênio semiautomático com destilação de amônia e arraste de vapor. O acúmulo de nutrientes foi obtido pelo produto de massa de matéria seca pelo teor dos nutrientes.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e mediante ausência de distribuição normal de variáveis verificada por teste W (Shapiro-Wilk), efetuou-se transformação $\sqrt{x + 0,5}$ para essas variáveis. Foram apresentados os dados originais. Para comparações de médias, foi aplicado o teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade para comparação de médias dos fatores espécies e análise de regressão para o fator doses de resíduo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada interação significativa entre espécies e doses para o acúmulo de manganês, ferro e zinco na parte aérea. Constatou-se a seguinte ordem decrescente de acúmulo de micronutrientes: Fe > Mn > Zn > Cu para *M. caesalpiniaefolia* e Fe > Zn > Mn > Cu para *L. leucocephala* (Tabela 4). Resultado semelhante foi obtido por ARAÚJO E COSTA (2013), avaliando o desempenho de leguminosas e resíduos de carcinicultura na revegetação de solo degradado por mineração de ferro. BORKERT et al. (2003) encontraram acumulações de manganês superiores as de zinco e cobre em guandu, em solos do estado do Paraná. *M. caesalpiniaefolia* apresentou maior acúmulo de micronutrientes.

TABELA 4: Resumo da ANOVA para acúmulo de micronutrientes da parte aérea das leguminosas.

Fontes Variação	Manganês	Ferro	Zinco	Cobre
Espécies	21.608**	20.908**	7.282**	46.700**
Dose	3.666*	0.099 ^{ns}	7.741**	6.274**
Espécie*Dose	4.036*	3.781*	5.762**	1.496 ^{ns}
Coefficiente de variação	24.16	33.83	30.99	26.25

** , * e ^{ns}: Significativo a 1 e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

O sítio preferencial de ocorrência de ferro é nas folhas (LARCHER, 2000), em função de sua participação na formação da clorofila, transporte eletrônico na fotossíntese, fixação de N₂, entre outras. Segundo o mesmo autor, a quantidade necessária de ferro no tecido vegetal ainda é um aspecto discutível. O acúmulo de ferro em *M. caesalpiniaefolia* (453,15 µg planta⁻¹) foi quase três vezes maior do que em *L. leucocephala* (171,20 µg kg⁻¹) (Tabela 5). O maior acúmulo de Fe e menor acúmulo de Mn em *L. leucocephala*, deve estar relacionado ao efeito negativo que um elemento tem em relação ao outro no processo de absorção (ARAÚJO, 2012). Mesmo mediante interação significativa, as espécies não apresentaram padrão consistente com o aumento da dose, não se enquadrando em padrão linear ou quadrático.

TABELA 5: Comparação de médias para acúmulo de manganês, ferro, zinco e cobre em leguminosas

Espécie	Manganês ($\mu\text{g planta}^{-1}$)	Ferro ($\mu\text{g planta}^{-1}$)	Zinco ($\mu\text{g planta}^{-1}$)	Cobre ($\mu\text{g planta}^{-1}$)
<i>L. leucocephala</i>	118,30b	171,20b	147,87a	16,72b
<i>M. caesalpiniaefolia</i>	212,29a	453,15 ^a	194,81a	47,15a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

O manganês é considerado um dos micronutrientes de maior acúmulo em determinadas espécies e famílias, sendo no presente estudo o segundo micronutriente mais acumulado em *M. caesalpiniaefolia* com valor igual a $212,29 \mu\text{g planta}^{-1}$. Diante de interação significativa (Figura 1a) pode-se observar que *M. caesalpiniaefolia* não apresentou acúmulo consistente com o incremento da dose. Já para *L. leucocephala* verifica-se tendência crescente para os teores de manganês mediante aumentos das doses.

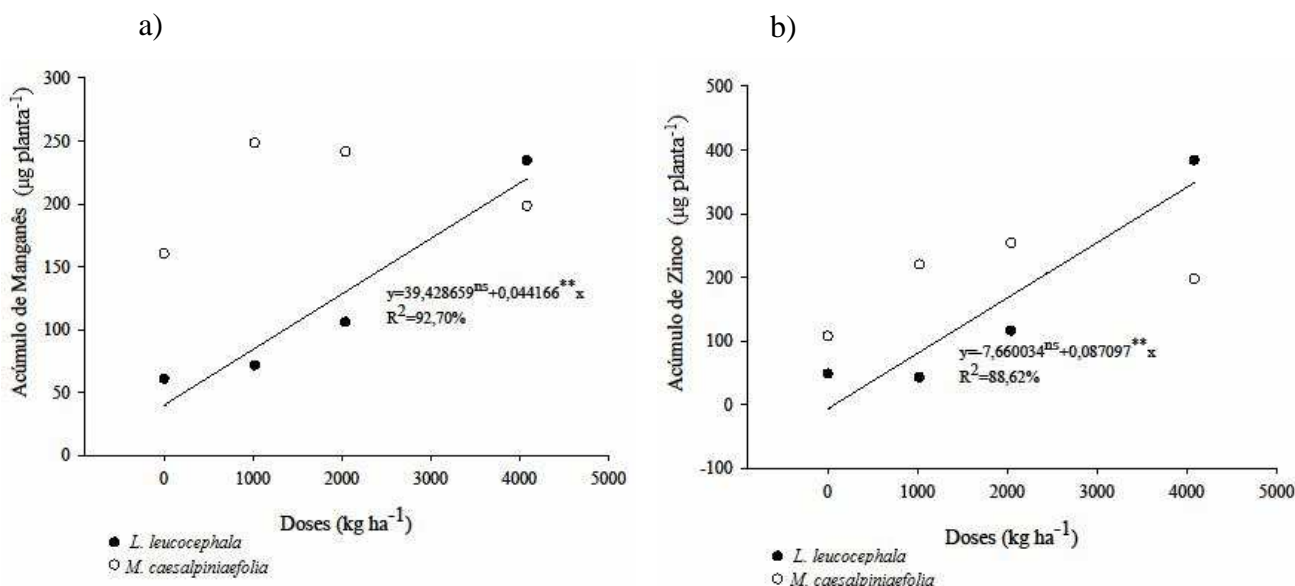


FIGURA 1 – Acúmulo de manganês (a) e zinco (b) em função de doses de resíduo de indústria aviária

O zinco atua no controle hormonal a partir da síntese do triptofano, precursor do ácido indolil acético (AIA), na formação de proteínas pela atividade do RNA mensageiro e transportador, respiração, na desintoxicação de radicais de superóxidos, redução do nitrato (menor acúmulo devido à falta de aminoácidos) e fotossíntese (FAGERIA, 2009). O acúmulo de zinco não foi significativo em *M. caesalpiniaefolia* diante do aumento das doses, porém em *L. leucocephala* verifica-

se tendência crescente a partir de D2 (Figura 1b). Evidências indicam que o zinco inibe a absorção do Cu e vice-versa. Contudo, é difícil seu diagnóstico devido à interferência de outros elementos. Zinco teve maior acúmulo em *M. caesalpiniaefolia* com 194,81 $\mu\text{g planta}^{-1}$.

Quanto ao cobre, verificou-se maior acúmulo com o aumento das doses nas leguminosas, porém apresentou menor acúmulo entre os demais micronutrientes. Segundo ABREU (2001), a deficiência de Cu nas plantas pode ocorrer devido ao baixo conteúdo do elemento no solo ou devido às altas quantidades de matéria orgânica. Assim, admite-se o menor acúmulo de Cu nas plantas devido à alta quantidade de matéria orgânica presente no resíduo, limitando a disponibilidade do micronutriente. Segundo LARCHER (2000), o acúmulo preferencial de Cu se dá nas partes lenhosas das plantas.

O acúmulo de nitrogênio nas raízes não foi significativo para nenhuma das fontes de variação. Já o acúmulo na parte aérea foi significativo entre os fatores isolados (Tabela 6).

TABELA 6: Acúmulo de nitrogênio na raiz e na parte aérea de leguminosas.

Fontes Variação	N raiz	N parte aérea
Espécies	0,021 ^{ns}	12.75 ^{**}
Dose	1,546 ^{ns}	4.856 ^{**}
Espécie*Dose	0,56 ^{ns}	2.756 ^{ns}
Coeficiente de variação (%)	25.59	26.09

^{**}, ^{*} e ^{ns}: Significativo a 1 e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

TABELA 7: Comparação de médias para acúmulo de nitrogênio na raiz e na parte aérea das leguminosas.

Espécies	N raiz (mg planta ⁻¹)	N parte aérea (mg planta ⁻¹)
<i>L. leucocephala</i>	6,50a	30,34b
<i>M. caesalpiniaefolia</i>	5,81a	47,32 ^a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Com o incremento das doses, o acúmulo médio de nitrogênio na parte aérea das leguminosas respondeu conforme padrão linear, sendo as doses D₁, D₂, D₃ e D₄ correspondentes a 25,49; 33,11; 40,73 e 55,97 mg planta⁻¹, respectivamente (Figura 2b).

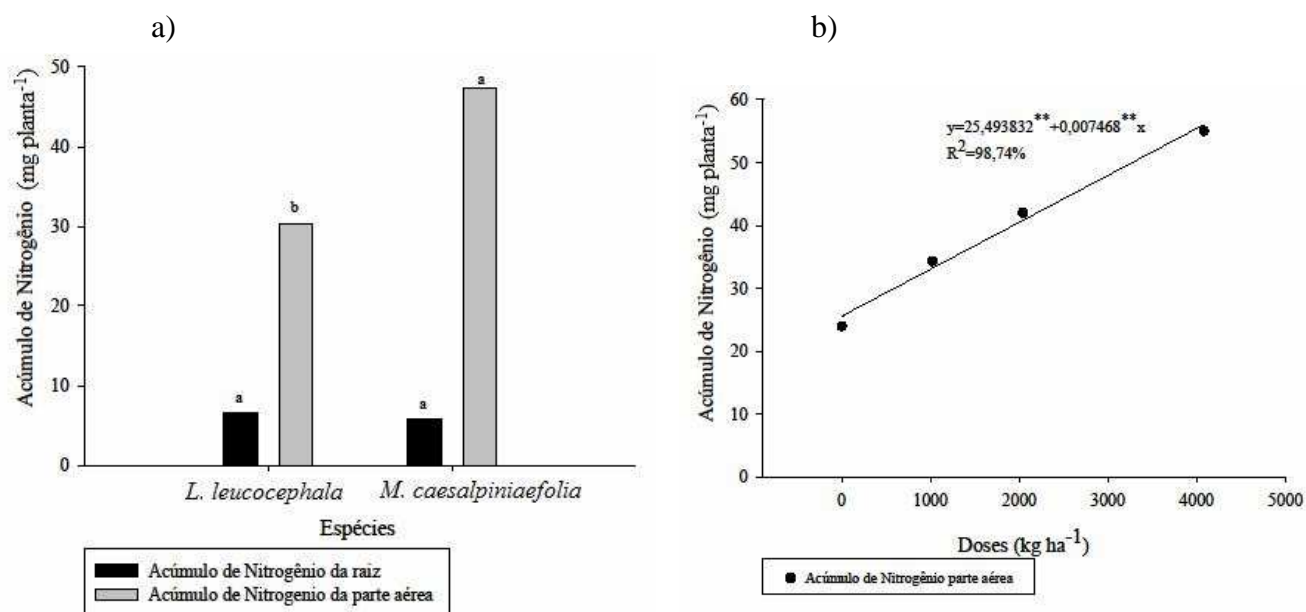


FIGURA 2: Acúmulo de nitrogênio da parte aérea de *M. caesalpiniaefolia* e *L. leucocephala* após aplicação de resíduo de indústria aviária (a); Acúmulo de nitrogênio da parte aérea em função de doses de resíduo de indústria aviária (kg ha⁻¹) (b).

M. caesalpiniaefolia acumulou maiores quantidades de nitrogênio na parte aérea (47,32 mg planta⁻¹) (Tabela 7) que os demais nutrientes avaliados, corroborando o observado por BERTALOT (2004) para outras espécies florestais. Esse maior acúmulo observado na parte aérea, indica a alta redistribuição deste nutriente para esta parte da planta (MARSCHNER, 1995). Resultado semelhante também foi obtido por DOTTO et al. (2010). O acúmulo médio de nitrogênio para as raízes de *M. caesalpiniaefolia* e *L. leucocephala* não diferiu entre si.

CONCLUSÕES

O resíduo orgânico oriundo de indústria aviária possibilita maior acúmulo de nitrogênio e micronutrientes em *L. leucocephala* e *M. caesalpiniaefolia*; *M. caesalpiniaefolia* apresenta maior acúmulo de nitrogênio e micronutrientes que *L. leucocephala* mediante aumento de doses de resíduo.

REFERÊNCIAS

ABREU, C.A. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal, CNPq/FAPESP/POTAFOS, 600p. 2001.

ABREU, V. M. N.; PEDROSO-DE-PAIVA, D.; ABREU, P. G.; COLDEBELLA, A. Desempenho da casca de arroz e da palhada de soja na decomposição de carcaças de frangos de corte. In: Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais, 1, 2009. **Anais...** Florianópolis: SIGERA, 2009. CD Rom.

ARAÚJO, I.C.S. **Potencial de revegetação de solo degradado pela mineração de ferro utilizando leguminosas arbóreas e resíduo de carcinicultura**. 2012. 89f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Ceará.

ARAÚJO, I.C.S.; COSTA, M.C.G. Biomass and nutrient accumulation pattern of leguminous tree seedlings grown on mine tailings amended with organic waste. **Ecological Engineering**, v.60, p. 254– 260, 2013.

BERTALOT, M. J. A. Retorno de nutrientes ao solo via deposição de serapilheira de quatro espécies leguminosas arbóreas na região de Botucatu-SP. **Scientia Forestalis**, v.65, p.219-227, 2004.

BORKERT, C.M., C. A. GAUDÊNCIO, J. E. PEREIRA, L.R. PEREIRA, & A. OLIVEIRA JÚNIOR. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesq. Agropec. Bras.** v. 38, n.1, p.143-153, 2003.

DOTTO, A.P.; LANA, M. C.; STEINER, F.; FRANDOLOSO, J. F. Produtividade do milho em resposta à inoculação com *Herbaspirillum seropedicae* sob diferentes níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 3, p.376-382, 2010.

EMBRAPA. **Fertilidade dos solos**. [online], 2010. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/fertilidade2.htm. Acesso em: 14 novembro de 2013.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 212p.1997.

EVANGELISTA, F. R.; NOGUEIRA FILHO, A.; OLIVEIRA, A. A. P. **A Avicultura industrial no Nordeste: aspectos econômicos e organizacionais**. Fortaleza: BNB-ETENE, 2010. 146p.

FAGERIA, N. K. **The use of nutrients in crops plants**. Boca Raton: CRC Press, 2009. 430 p.

FERREIRA, A.O.; SÁ, J.C.M.; NASCIMENTO, C.G.; BRIEDIS, C.; RAMOS, F.S. Impacto de resíduos orgânicos de abatedouro de aves e suínos na produtividade do feijão na região dos Campos Gerais, Paraná, Brasil. **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.4, p.15-21, 2010.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

RINALDI, C. R.; SCHOENHALS, M.; PASSIG, F. H.; FOLLADOR, F. C. Diagnóstico inicial de insumos e geração de resíduos da avicultura de corte. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 3, p. 161-182, 2012.

SALVARO, E.; BALDIN, S.; COSTA, M. M.; LORENZI, E. S.; VIANA, E.; PEREIRA, E. B. Avaliação de cinco tipos de minicomposteiras para domicílios do bairro pinheirinho da cidade de Criciúma/SC. **Revista Com Scientia**, v.3, n.3, p.12-21, 2007.