

Teores de nitrogênio amoniacal ao longo do tempo após aplicação de resíduos orgânicos ao solo ⁽¹⁾.

Cácio Luiz Boechat ⁽²⁾; Valdinei da Silva Capelão ⁽³⁾; Marcela Rebouças Bomfim ⁽⁴⁾; Vítor Caçula Pistóia ⁽⁵⁾; Marcos de Oliveira Ribeiro ⁽³⁾; Jorge Antonio Gonzaga Santos ⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do PPG em Ciências Agrárias da UFRB.

⁽²⁾ Doutorando em Ciência do Solo; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; ⁽³⁾ Graduando em Agronomia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; ⁽⁴⁾ Graduando em Agronomia; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, S/N, Bairro universitário, Cruz das Almas, BA; ⁽⁵⁾ Doutoranda em Geologia Ambiental; Universidade Federal da Bahia; ⁽⁶⁾ Professor Doutor; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

RESUMO: Em resíduos orgânicos, é economicamente elevado o teor em N. O objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de N na forma amoniacal ao longo do tempo, em solo tratado com resíduos orgânicos urbanos e industriais. Utilizou-se um DIC, em esquema fatorial 6 x 10, com 3 repetições. Os tratamentos consistiam de 150 g de solo incorporados com os resíduos em doses calculadas previamente e acondicionados em potes plásticos. No tempo 0, os tratamentos com os resíduos LEM, LEL e RPF se destacaram, seguidos do controle e do RPP, sendo o menor valor observado no tratamento com o RPC, sendo este resultado observado repetidamente até o 42º dia de incubação. Todos os tratamentos, exceto o com incorporação do RPC, quando comparados ao controle, se destacam por disponibilizar elevados teores de N amoniacal ao solo. O resíduo de celulose “in natura” não é a melhor opção para adubação de nitrogênio na forma amoniacal.

Termos de indexação: NH₄⁺, resíduo urbano, resíduo industrial.

INTRODUÇÃO

A aplicação de lodo de esgoto em solos agrícolas é uma prática incipiente no Brasil. Surgiu em função da adoção recente da técnica de tratamento de esgotos em alguns municípios brasileiros, levando as estações de tratamento a buscarem uma forma de gestão economicamente adequada dos grandes volumes de resíduos que geram (Boeira, 2009).

Em lodo de esgoto e resíduos orgânicos, é economicamente elevado o teor em nitrogênio. Este nutriente, quando aplicado na maioria dos solos tropicais, tem efeito fertilizante visível no desenvolvimento e na produtividade das diversas culturas, mas também é um poluente potencial de águas sub-superficiais se em excesso, devido ao elevado potencial de lixiviação. Por esse motivo, o potencial de mineralização de N orgânico contido em lodo de esgoto é um dos critérios técnicos

considerados para o estabelecimento de doses de aplicação seguras, que gerem N mineral em função da capacidade de absorção das raízes, minimizando-se a lixiviação no perfil do solo (Boeira, 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de nitrogênio na forma amoniacal ao longo do tempo, em solo tratado com resíduos orgânicos urbanos e industriais.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimento com incubação de 112 dias foi conduzido para avaliar os teores de N amoniacal após a incorporação de resíduos orgânicos ao solo. Foi utilizada amostra de um Latossolo Amarelo coeso (Embrapa, 2006). A caracterização química e textural do solo foram feitas de acordo com a metodologia descrita em Embrapa (1999) e dos resíduos conforme Tedesco et al. (1995) e estão apresentadas na **Tabela 1**.

Os resíduos utilizados foram: resíduo de fábrica de papel e celulose (RPC); resíduo de pólo petroquímico (RPP); lodo de esgoto municipal (LEM); lodo de esgoto de laticínio (LEL) e resíduo da fábrica de polpa de frutas (RPF). As aplicações consistiram de 27,0; 22,2; 3,0; 5,2 e 5,2 Mg ha⁻¹ de matéria seca, respectivamente. As quantidades de compostos adicionadas ao solo foram definidas para fornecer 100 Kg N ha⁻¹.

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 x 10, sendo 5 resíduos incorporados ao solo + controle (solo sem resíduo), avaliados em 10 datas, com três repetições.

Os tratamentos consistiam de 150 gramas de solo peneirado e acondicionados em potes plásticos. Os resíduos orgânicos foram adicionados ao solo conforme as doses calculadas, homogeneizadas vigorosamente por dois minutos para garantir uniformidade dentro e entre amostras.

Foi adicionada água deionizada a mistura até atingir 70% da capacidade de campo do solo. Os potes plásticos foram transferidos para uma

incubadora DBO na ausência de luz, com umidade controlada e temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Os tratamentos foram avaliados a 0, 2, 7, 14, 28, 42, 56, 79, 91 e 112 dias após a incubação, com três replicações.

As análises de nitrogênio amoniacal foram feitas utilizando o método descrito por Tedesco et al. (1995). Os teores de N-NH_4^+ foram determinados imediatamente após a montagem do experimento (tempo 0).

A seguinte equação foi usada para estimar a mineralização aparente de N (N_m), que representa a quantidade de N-orgânico do resíduo que foi mineralizado: $N_m = ((N_{res2} - N_{res1}) - (N_{t2} - N_{t1}) / Nad) * 100$; Sendo: N_m (%) corresponde a mineralização aparente de N; N_{res1} e N_{res2} ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) quantificam o N mineral do solo nos tratamentos com o resíduo orgânico no início e no final de cada intervalo avaliado, respectivamente; N_{t1} e N_{t2} ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) quantidade de N amoniacal do solo controle (sem resíduo) no início e no final de cada intervalo avaliado, respectivamente; e Nad ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) N orgânico adicionado através do resíduo orgânico.

Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e para a comparação das médias utilizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando o software Sisvar (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando os teores de N-amoniacal dentro de cada data entre os resíduos orgânicos. Observou-se que na data 0, os tratamentos com os resíduos lodo de esgoto municipal (LEM), lodo de esgoto de laticínio (LEL) e resíduo de fábrica de polpa de frutas (RPF) se destacaram, seguidos do controle (solo sem resíduo) e resíduo de polo petroquímico (RPP) sendo o menor valor observado no tratamento com o resíduo de fábrica de papel e celulose (RPC), sendo este resultado observado repetidamente até 42º dia de incubação (Tabela 2).

Devido as características químicas do RPC, como pH, baixo teor de N, elevado teor de carbono, elevada relação C/N, entre outras (Tabela 1), os microrganismos provavelmente encontraram dificuldades para degradar este material.

Aos 2 dias de incubação se destacaram o LEM e o LEL. Ao 7º dia, não foi observada diferenças significativas entre os tratamentos, exceto para o RPC. Resultado semelhante ocorreu ao 28º dia de incubação. Contudo, do 42º ao 70º os piores resultados foram observados no tratamento com o LEL. Isto pode ter ocorrido, devido a redução de

compostos orgânicos mais lábeis e a degradação de compostos orgânicos mais recalcitrantes reduzindo

os teores de N mineralizado. A partir do 91º dia de incubação não foram observadas diferenças significativas entre os teores de N-amoniacal nos diferentes tratamentos (Tabela 2).

Dentro de cada tratamento, também ocorreram variações ao longo do tempo (Tabela 2). Nos tratamentos controle e RPC, não ocorreu alterações nos teores de N-amoniacal ao longo do tempo. Isto significa que apenas uma pequena fração presente nestes materiais no início do experimento permaneceu até o final da incubação, sem sofrer modificações ou ataques da microbiota nativa (Tabela 2).

Para o tratamento RPP observou-se que ao 2º, 7º e 28º dia de incubação ocorreu incrementos no teor de N-amoniacal, devido provavelmente a mineralização de compostos orgânicos. Entretanto, nas datas 0; 14; 42; 56; 70 e 90 dias os valores foram menores, seguidos de redução significativa no 112º dias de incubação com possível exaustão das formas mais lábeis neste resíduo (Tabela 2).

No tratamento LEM, os maiores valores foram observados nos dois primeiros dias, seguidos de redução linear até o dia 91, onde permaneceu constante até o final do período de incubação (Tabela 2).

O LEL apresentou os maiores teores de N-amoniacal dentre os resíduos avaliados. O maior valor foi observado no segundo dia de incubação ($7,19 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$), seguido dos teores nos dias 0; 7; 14 e 28. A partir desta data os teores de N-amoniacal reduziram, permanecendo praticamente constante (Tabela 2).

No tratamento com RPF os maiores teores de N-amoniacal foram observados aos 0; 2 e 56 dias de incubação. Seguidos, dos dias 7; 14; 28 e 70, sendo observado um decréscimo e estabilização dos teores a partir do 91º dia de incubação (Tabela 2). As variações observadas nos diferentes dias de incubações são associadas a população microbiana em cada tratamento, que por sua vez são influenciadas pelas características intrínsecas de cada material.

CONCLUSÕES

Todos os tratamentos, exceto o com incorporação dos resíduos da fábrica de papel e celulose quando comparados ao controle (solo sem resíduo), se destacam por disponibilizar elevados teores de N amoniacal ao solo. O resíduo de



celulose “in natura” não é a melhor opção para adubação de nitrogênio na forma amoniacal.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UFRB e o CNPMF pelo apoio na realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

BOEIRA, R. C. Lixiviação de nitrogênio em Latossolo incubado com lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:947-958, 2009.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CNPQ). Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 370p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CNPQ). Sistema Brasileiro de classificação de Solos. 2a ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 314p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35:1039- 1042, 2011.

TEDESCO, M. J.; GIANELO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; WOLKWEISS, S. J.; Análises de solos, plantas e outros materiais, 2a ed., UFRGS: Porto Alegre, 1995.

Tabela 1. Parâmetros químicos do solo e resíduos orgânicos utilizados no experimento.

Parâmetro	Solo	RPC	RPP	LEM	LEL	RPF
pH em água (1:2,5)	5,2	8,30	7,40	5,67	6,90	5,40
P (mg dm ⁻³)	0,0	0,28	4,04	9,49	15,00	0,51
Ca (cmolc dm ⁻³)	1,12	38,05	23,36	11,97	39,64	5,64
Mg (cmolc dm ⁻³)	0,23	1,99	0,66	3,26	1,57	2,22
Carbono orgânico (g kg ⁻¹)	3,53	236,40	34,40	235,00	161,60	232,40
Matéria orgânica (g kg ⁻¹)	6,08	407,55	59,31	405,14	278,60	400,66
Nitrogênio amoniacal (mg kg ⁻¹)	57,12	263,20	750,12	8619,80	6184,40	460,60
Nitrogênio nítrico (mg kg ⁻¹)	100,80	171,08	855,40	421,12	36,96	881,72
Nitrogênio Kjeldahl (g kg ⁻¹)	0,94	3,72	4,49	32,63	19,20	19,50
Relação C/N	3,36	63,55	7,66	7,20	8,42	11,92

Tabela 2. Comparação das medias de nitrogênio amoniacal nos tratamentos com resíduos orgânicos durante o período de incubação.

Tratamento	N-amoniacal(mg 100 g ⁻¹)									
	0	2	7	14	28	42	56	70	91	112
Solo	3,92 bc A	3,48 bcA	3,81 abA	3,59 bA	3,48 abA	3,38 abA	4,30 abA	3,30 abA	3,0 aA	2,99 aA
RPC	3,05 cA	2,50 cA	3,27 bA	3,59 bA	3,05 bA	3,16 abA	3,48 bcA	3,55 abA	3,7 aA	2,67 aA
RPP	4,14 bcABC	4,68 bA	4,25 abAB	4,14 abABC	4,36 abAB	3,70 abABC	3,54 bcABC	3,54 abABC	2,92 aBC	2,56 aB
LEM	5,88 aAB	6,97 aA	4,57 abBCD	5,34 aABC	4,90 aBCD	4,57 aBCD	4,16 abCDE	3,97 aCDE	2,80 aE	3,38 aDE
LEL	4,90 abB	7,19 aA	4,90 aB	4,90 abB	4,25 abBC	2,22 bD	2,59 bCD	2,38 bD	2,37 aD	1,96 aD
RPF	4,85 abAB	4,79 bAB	3,70 abABC	3,70 bABC	4,03 abABC	3,09 abC	5,23 aA	3,38 abBC	2,74 aC	2,56 aC