

Ciência e Natura

ISSN: 0100-8307

cienciaenaturarevista@gmail.com

Universidade Federal de Santa Maria

Brasil

Lauschner, Marcio Henrique; Tedesco, Marino José; Bissani, Carlos Alberto; Bortolon,

Leandro; Bueno Piaz Barbosa, Daniela; Andreazza, Robson

Decomposição de resíduos de agroindústria fumageira no solo

Ciência e Natura, vol. 35, núm. 2, 2013, pp. 1-8

Universidade Federal de Santa Maria

Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467546171001>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

Decomposição de resíduos de agroindústria fumageira no solo Decomposition of the tobacco agro residues on soil

Marcio Henrique Lauschner¹, Marino José Tedesco², Carlos Alberto Bissani³,
Leandro Bortolon⁴, Daniela Bueno Piaz Barbosa⁵, Robson Andreazza⁶

¹Eng. Agro., Mestre, UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

^{2,3}Doutor Professor. do departamento de solos, UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

⁴Pós Doutorando do departamento de solos, UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

⁵Mestre em ciencia do solo, UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

⁶Pós Doutor em Ciência do Solo, UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

Resumo

O beneficiamento industrial do tabaco gera aproximadamente 35.000 t anuais de resíduos sem valor comercial, tornando-se um problema ambiental. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de reciclagem agrícola de dois principais tipos de resíduos de agroindústria fumageira (RAF) e sua taxa de mineralização no solo em diferentes concentrações. Foram avaliados 12 tratamentos, com adições de doses crescentes dos RAF em pó (RAF P) e em talos (RAF T), além de tratamentos com RAF (15 t ha⁻¹) e complementação com nutrientes minerais. A taxa de mineralização dos resíduos avaliada pela evolução de C-CO₂, foi de aproximadamente 40% para o RAF P e 49% para o RAF T. Após a adição de RAF o nitrogênio mineralizável aumentou em até 4 vezes e dobrou os valores de pH do solo. Assim, a adição de RAF pode ser uma alternativa eficiente para melhorar as condições nutricionais (concentrações de C e N) do solo com baixo custo.

Palavras-chave: mineralização, nutrientes, decomposição de resíduos.

Abstract

The industrial processing of tobacco produces around 35,000 tones of wastes per year. Furthermore, these wastes do not have commercial value and cause environmental problems. Thus, the aim of this study was evaluate the potential use to agricultural recycling of two main types of agro waste tobacco (AWT) and their soil mineralization in different conditions. Twelve treatments were used with increasing additions of AWT in dust (AWT D) and in stems (AWT S) and mineral fertilization. The mineralization of AWT, evaluated by the C-CO₂ evolution was up to 40% with AWT D and 49% with the AWT S. After AWT addition, it was observed high mineralization of nitrogen and increase of the soil pH. Hence, the addition of AWT can be an efficient alternative to promote the nutritional and physical conditions of soils with low cost.

Keywords: mineralization, nutrients, agro waste tobacco.

1. Introdução

Dados do setor industrial indicam que a produção anual de resíduos de agroindústria fumageira (RAF) corresponde a aproximadamente 4% do total de folhas processadas nas agroindústrias, sendo geradas no Brasil aproximadamente 35 000 t de resíduos por ano (KBH e C, 2004). Os resíduos provenientes do processamento do tabaco tipo Virginia são constituídos principalmente pelo pó (RAF P), que é extraído durante todo o processo produtivo por sistemas de exaustão e tamização, e pelos fragmentos de talos (RAF T) sem valor comercial, constituindo-se em aproximadamente 95% e 5% do total dos resíduos, respectivamente. Compõem ainda os RAF, a varredura do chão das fábricas, constituída principalmente por materiais como argila, areia e o próprio pó-de-fumo (KBH e C, 2004).

Os resíduos RAF P e RAF T apresentam nas câmaras de exaustão (local de recepção e armazenamento dos resíduos), um percentual de umidade muito baixo, de aproximadamente 4%. Possuem relação C:N baixa e contêm teores relativamente altos de macronutrientes, principalmente de potássio (LAUSCHNER, 2005). Outra característica importante dos RAF's é o caráter hidrofóbico dos materiais, o que resulta em demora na absorção de água, dificultando a mistura entre as fases líquida e sólida (KBH e C, 2004).

Usualmente, os resíduos orgânicos das folhas de tabaco são descartados em solos agrícolas como fertilizantes e/ou condicionadores de solo. Entretanto, devido à legislação ambiental e às próprias demandas do controle de qualidade da produção industrial são necessários indicadores de base técnica, que possibilitem o correto manejo e o reaproveitamento racional dos resíduos e/ou subprodutos do processamento das folhas de tabaco em solos agrícolas (TEDESCO et al., 1999).

Devido às características químicas, físicas e biológicas do solo, este passa a ser encarado como a melhor opção para o descarte controlado de resíduos de origem urbana e industrial (TEDESCO et al., 1999). Em geral, a maior parte dos resíduos e efluentes possui potencial para reciclagem em solos agrícolas (KRAY et al., 2008). Entretanto, é necessário conhecer a sua composição química, a resposta das plantas em relação ao seu valor fertilizante, as taxas de mineralização de nutrientes, além da identificação da presença de possíveis contaminantes e suas interações com o solo, água e as próprias plantas.

O monitoramento da atividade microbiana pela produção de CO₂ pode ser utilizado como estimativa da velocidade de decomposição e da mineralização de resíduos orgânicos adicionados ao solo (SELBACH, 1989; MUSUMECI, 1992). Essa estimativa é importante, pois os nutrientes presentes nos materiais orgânicos precisam estar na forma mineral para serem absorvidos pelas plantas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de reciclagem agrícola de dois tipos de resíduos de agroindústria fumageira em relação ao seu valor fertilizante e à taxa de mineralização de nutrientes.

2. Material e métodos

O solo utilizado foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd), pertencente à Unidade de mapeamento Itapuã, conforme descrição e classificação pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006; STRECK et al., 2002).

Após remoção do material orgânico superficial, o solo foi coletado na camada de zero a 20 cm de profundidade. Após, o mesmo foi seco ao ar, sendo a seguir tamizado em malha de 4 mm de diâmetro. As principais características químicas do solo foram:

Tabela 1. Caracterização físico-química dos resíduos de agroindústrias de fumageira (RAF) em pó (RAF P) e em talos (RAF T).

| Parâmetro | Resíduo orgânico | | Parâmetro | Resíduo orgânico | |
|----------------|------------------|-------|---------------------------|------------------|-------|
| | RAF P | RAF T | | RAF P | RAF T |
| Umidade (%) | 4,5 | 4,6 | Cu (mg kg ⁻¹) | 24 | 7 |
| pH em água | 6,5 | 5,1 | Zn (mg kg ⁻¹) | 64 | 29 |
| C orgânico (%) | 28,6 | 33,4 | Mn (mg kg ⁻¹) | 699 | 125 |
| N (%) | 1,9 | 1,9 | Na (mg kg ⁻¹) | 720 | 1600 |
| P (%) | 0,29 | 0,28 | B (mg kg ⁻¹) | 29 | 24 |
| K (%) | 2,5 | 6,7 | Pb (mg kg ⁻¹) | < 10 | < 10 |
| Ca (%) | 3,3 | 1,5 | Ni (mg kg ⁻¹) | < 5 | < 5 |
| Mg (%) | 0,69 | 0,71 | Cd (mg kg ⁻¹) | < 2 | < 2 |
| S (%) | 0,38 | 0,38 | Cr (mg kg ⁻¹) | 25 | < 3 |
| Fe (%) | 0,95 | 0,026 | Relação C:N | 15 | 18 |

Tabela 2. Tratamentos utilizados no experimento de agroindústrias de fumageira (RAF) em pó (RAF P) e em talos (RAF T).

| Sigla | Tratamento | Dose --- t ha ⁻¹ --- | Sigla | Tratamento | Dose -- t ha ⁻¹ -- |
|-------------|------------|------------------------------------|-----------------|------------|----------------------------------|
| Test | Testemunha | 0 | T15+NPK | RAF T | 15+NPK ⁽¹⁾ |
| P 5 | RAF P | 5 | P 45 | RAF P | 45 |
| T 5 | RAF T | 5 | T 45 | RAF T | 45 |
| P 15 | RAF P | 15 | P 135 | RAF P | 135 |
| T 15 | RAF T | 15 | T 135 | RAF T | 135 |
| P15+ NPK | RAF P | 15+NPK | CO ₂ | Controle | 0 |

argila 140 g dm⁻³; MO 8 g dm⁻³; pH em água 5,2; P 3,7 mg dm⁻³; K 22 mg dm⁻³; Ca 0,4 cmolc dm⁻³; Mg 0,3 cmolc dm⁻³; H+Al 1,4 cmolc dm⁻³; CTCpH7,0 2,2 cmolc dm⁻³.

Foram utilizados dois resíduos sem valor comercial da agroindústria fumageira (RAF): em pó (RAF P) e em talos (RAF T), provenientes do processamento das folhas de tabaco. Os resíduos utilizados foram adquiridos na empresa KBH&C, sediada no município de Vera Cruz (RS). As características físico-químicas dos RAF foram determinadas pelas metodologias descritas por TEDESCO et al. (1995), e são apresentadas na Tabela 1.

O experimento foi instalado e conduzido no Laboratório de Análises de Solos da UFRGS no período de março a setembro de 2004, utilizando-se delineamento inteiramente casualizado com três repetições. As unidades experimentais foram constituídas por frascos de vidro com capacidade de 1,5 L, tampa com vedante de borracha e 200 g de solo (em base seca), mantidas em temperatura ambiente e umidade monitorada pelo peso total do pote. Os resíduos e os nutrientes foram misturados ao solo seco, adicionando-se água destilada para atingir aproximadamente 80% da capacidade de campo do solo.

Foram comparados doze tratamentos com diferentes concentrações de RAF e um tratamento controle adicionados ao solo (Tabela 2). Também foi avaliado o efeito da adição de nutrientes (NPK) na atividade microbiana no tratamento com a dose intermediária de RAF (15 t ha⁻¹). Os adubos utilizados para o suprimento de N, P₂O₅ e K₂O foram: uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. Os fertilizantes foram moídos e adicionados nas doses recomendadas para o cultivo de milho: 180 Kg de N ha⁻¹ + 80 Kg de P₂O₅ ha⁻¹ + 90 Kg de K₂O ha⁻¹ (CQFSRS/SC, 2004).

As determinações da atividade microbiana pela liberação de C-CO₂, e da fração mineralizada de carbono foram calculadas de acordo com a metodologia descrita por STOTSKY (1965).

O experimento foi encerrado quando obser-

vada a estabilização da produção de CO₂. Assim, foram totalizados 163 dias de monitoramento e 34 determinações de CO₂ evoluído.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e aos testes estatísticos de comparação de médias múltiplas de Tukey, com nível de probabilidade de diferenças estatísticas menores que 5% ($p < 0,05$).

3. Resultados e discussão

A atividade microbiana, determinada pela evolução de CO₂, aumentou em todos os tratamentos testados no experimento (Figura 1). Não foi observada inibição na produção de CO₂, mesmo com a adição de 135 t ha⁻¹ de ambos os resíduos. Foi observada também uma maior produção de C-CO₂ nos tratamentos com adição de RAF T em relação às mesmas doses adicionadas de RAF P.

Nas primeiras duas semanas foram determinados aumentos exponenciais da produção de CO₂. A estabilização da atividade microbiana foi verificada após a décima segunda semana nos tratamentos com maior dose de resíduos (Figura 1).

Segundo Stotsky (1965), a adição de resíduos orgânicos pode aumentar a atividade microbiana no solo devido ao aumento da disponibilidade de energia e de nutrientes aos microrganismos. Por outro lado, a acidificação e/ou alcalinização excessiva do meio e a toxidez de algumas moléculas e/ou seus metabólitos podem inibir o crescimento microbiano e reduzir a atividade microbiana basal determinada pelo método da respirometria (MUSUMECI, 1992).

No experimento de incubação com adição de doses crescentes dos RAF P e RAF T no solo foram determinados: atividade microbiana, taxa de biodegradação de carbono, mineralização de nitrogênio, valores de pH e teores de carbono orgânico do solo.

O tabaco possui na sua composição mais de 2700 substâncias diferentes, entre estas, alcalóides tóxicos como a nicotina (C₁₀H₁₄N₂), principalmente na

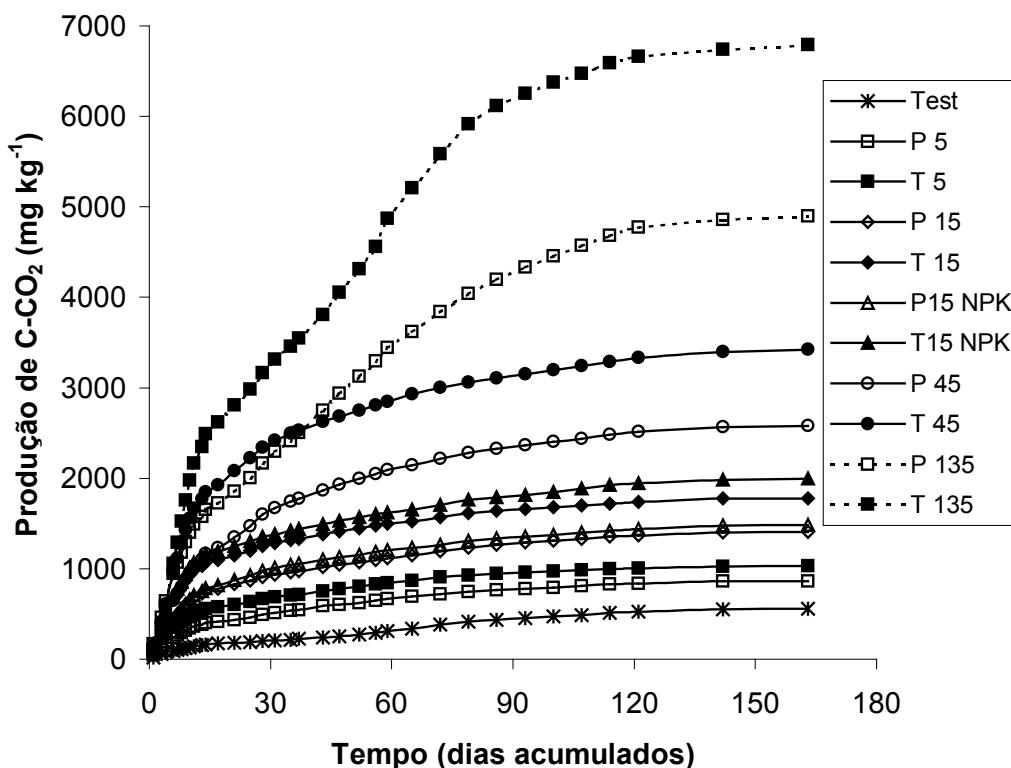


Figura 1. Curvas de produção acumulada de C-CO₂. As letras P e T correspondem aos resíduos de agroindústrias de fumageira (RAF) em pó (RAF P) e em talos (RAF T), respectivamente. O número corresponde à quantidade do respectivo resíduo adicionado (t ha⁻¹).

forma de sulfato de nicotina, utilizado como pesticida agrícola (TIFAC, 2004). Embora o teor de nicotina nos resíduos possa variar entre 1,0 a 6,5%, não foi observada redução da atividade microbiana com o aumento da quantidade de resíduos adicionada (Figura 1).

A Figura 2 indica que houve aumento linear do C-CO₂ produzido com aumento das doses de resíduos aplicadas. Metabólitos da oxidação da nicotina, como o ácido nicotínico (niacina) ou nicotinamida (Vit B3), podem ser utilizados em rotas metabólicas (Ciclo de Krebs) como fatores de crescimento e multiplicação celular, como a nicotinamida adenina dinucleotídeo (NAD) e a nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato (NADP) (QCM-UFSC, 2004).

As frações mineralizadas do carbono (FMC) dos diferentes tipos e concentrações de RAF foram avaliadas e mostraram alta correlação da quantidade de carbono liberado com a dose de resíduo adicionado (Figura 3). As FMC variaram de 22,5 até 57,5% nos diferentes tratamentos com adição de RAF (Figura 3). Pode-se observar que as FMC foram significativamente maiores nos tratamentos com menor adição de resíduos, apesar da produção de C-CO₂ ter apresentado uma relação linear e aproximadamente proporcional à adição dos resíduos no solo (Figura 2).

Nos tratamentos com adição de grande quan-

tidade de resíduos pode ter ocorrido alta demanda de O₂ no solo e a consequente formação de microsítios de anaerobiose, determinando menores FMC (ERNANI, 1981; SEGATTO, 2001; FELLOWS et al., 2011). A FMC nos tratamentos com maior adição de resíduos pode também ter sido influenciada negativamente pelo aumento excessivo no pH do solo (Figura 6).

O RAF T apresentou frações mineralizadas significativamente maiores que o RAF P, à exceção dos tratamentos com adição de 135 t ha⁻¹ de resíduos. Embora o RAF T apresente relação C:N e tamanho de partículas maiores que o do RAF P, sua maior mineralização pode ser atribuída à formação de microsítios aeróbios no solo, possibilitando melhores condições de oxidação pelos microrganismos (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

A adição de nutrientes (NPK) aumentou significativamente a decomposição do RAF T (na dose de 15 t ha⁻¹) em relação à mesma dose de resíduos sem adição dos nutrientes (Figura 3). Este fato pode ser atribuído à maior disponibilidade de nitrogênio e fósforo, proporcionando o estímulo da mineralização do carbono no solo pela biomassa microbiana (VICTORIA et al., 1992; SEGATTO, 2001; MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

Os teores de carbono orgânico do solo variaram

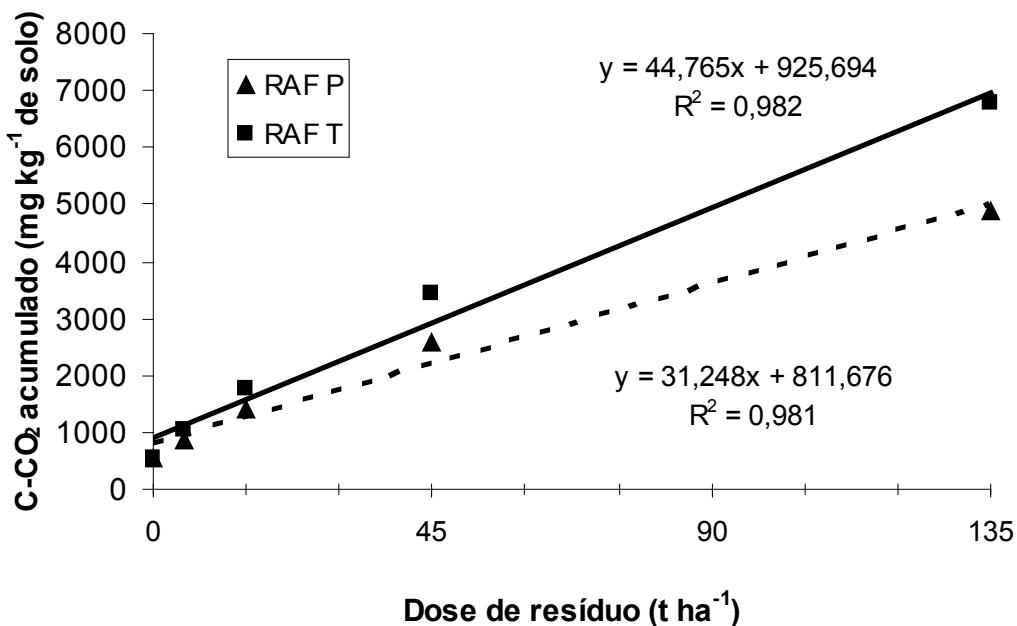


Figura 2. Relação entre produção de C-CO₂ acumulado ao final do experimento e a dose de resíduo de agroindústria de fumageira (RAF) adicionada em pó (RAF P) e em talo (RAF T).

de 4,65 até 13,37 g kg⁻¹ de solo (Figura 4). Em geral, os teores de carbono orgânico do solo, determinados ao final do experimento obtiveram comportamento semelhante com a atividade microbiana determinada pela respirometria.

Conforme os resultados (Figura 4) pode-se observar que houve um maior acúmulo de carbono orgânico nos tratamentos com adição de RAF P, que

por sua vez apresentaram menor atividade microbiana (Figura 1). Também pode ser observado que o aumento no teor de C orgânico do solo não foi estatisticamente significativo na maioria dos tratamentos com adição de até 15 t ha⁻¹ dos resíduos. Este fato pode ser atribuído à baixa relação C:N dos RAF e à facilidade de mineralização do carbono pelos microrganismos do solo.

Na Figura 5 são apresentados os valores de

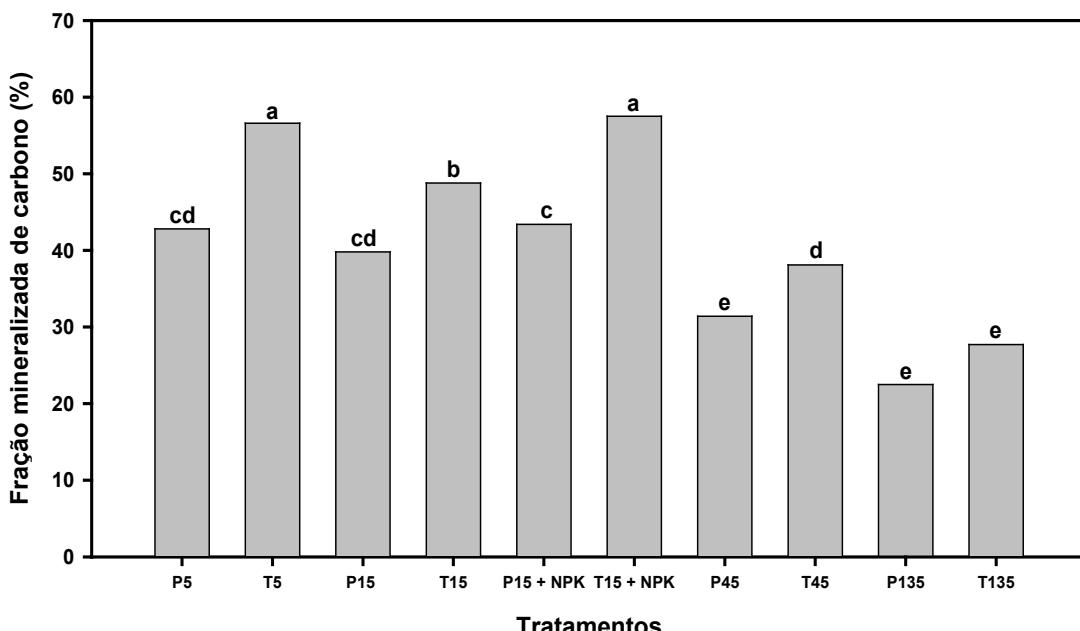


Figura 3. Fração mineralizada do carbono adicionado no solo pelos resíduos de agroindústria de fumageira em pó (RAF P) e em talo (RAF T). Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

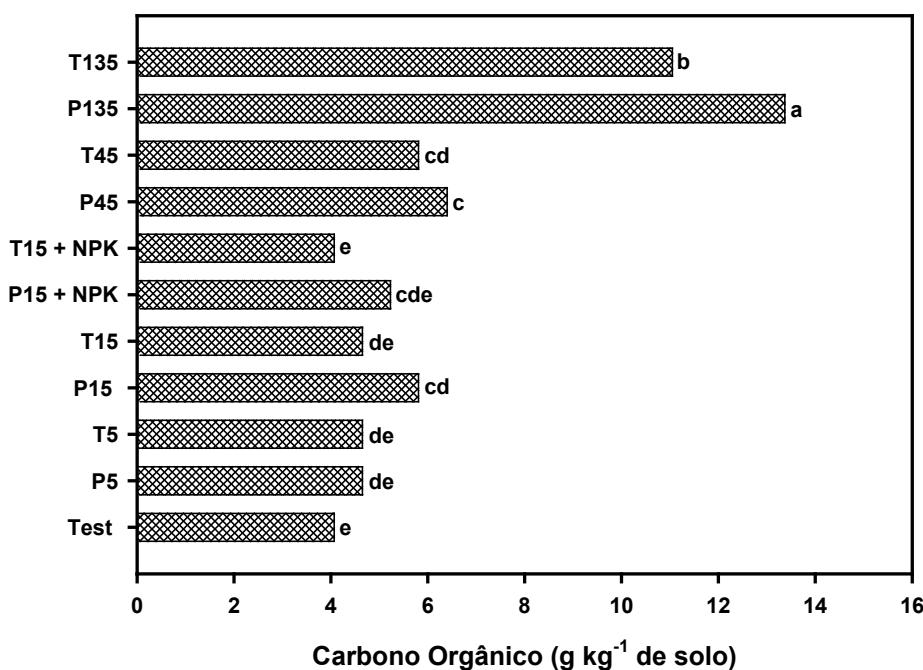


Figura 4. Teores de carbono orgânico no solo ao final do experimento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

N mineralizado nas formas de amônio (NH_4^+) e de nitrito + nitrato ($\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$). Os valores variaram de 2,5 a 67,0 mg de amônio kg^{-1} de solo e de 2,7 até 89,6 mg de nitrito + nitrato kg^{-1} de solo.

Com a adição de 15 t ha^{-1} de RAF foi determinada a mineralização de aproximadamente 100 kg ha^{-1} de N; considerando-se uma taxa de mineralização média de 40%, os valores deveriam ser de aproxima-

damente 110 kg ha^{-1} de N, o que demonstrou boa concordância entre os valores obtidos e os esperados. Foi observado acúmulo de nitrito + nitrato no solo até a dose de 45 t ha^{-1} de RAF P. Nos tratamentos com adição de 45 t ha^{-1} de RAF T; e de 135 t ha^{-1} de ambos os resíduos, o acúmulo de N mineral foi baixo, mesmo tendo sido determinadas FMC maiores que 30 e 20%, respectivamente (Figura 5). Este fato

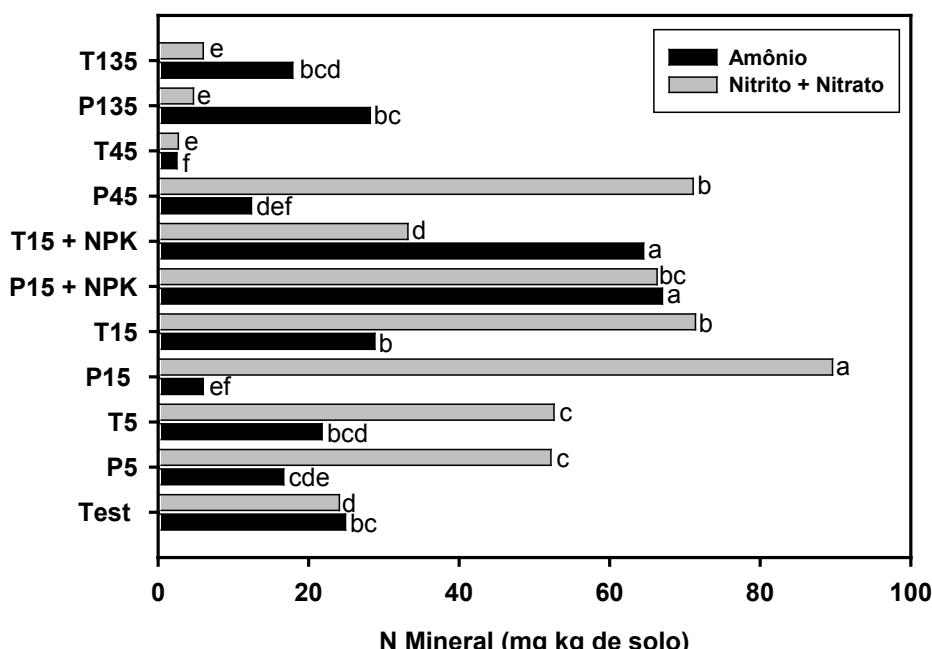


Figura 5. Nitrogênio mineralizado no solo após 163 dias de incubação nos diferentes tratamentos. Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

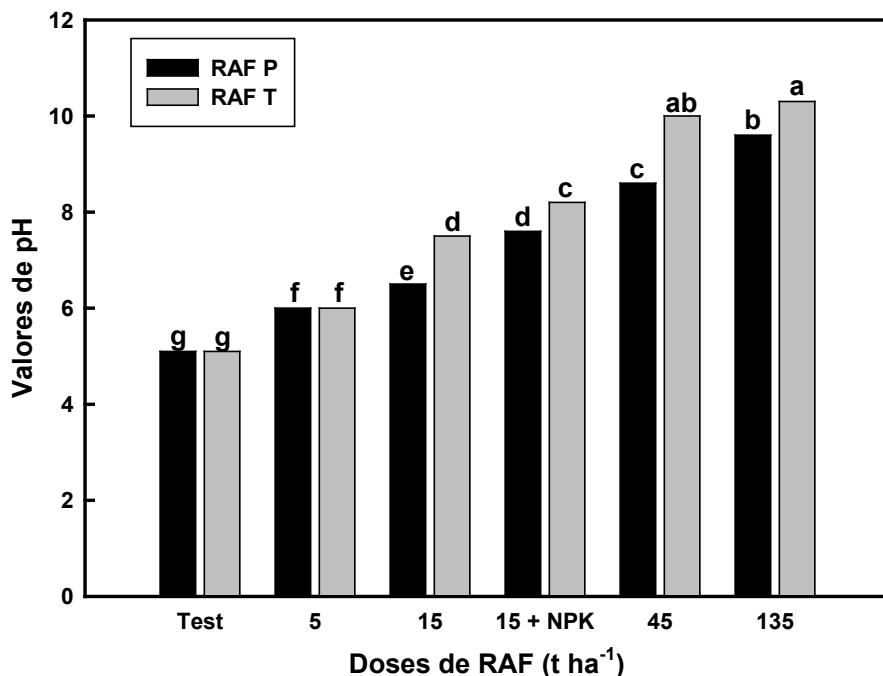


Figura 6. Valores de pH em água (1:1) determinados ao final do experimento de incubação após a adição dos diferentes tipos e doses dos resíduos de agroindústria fumageira em pó (RAF P) e em talo (RAF T). Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

pode ser devido a perdas de N mineral do solo. As perdas podem ser atribuídas ao estabelecimento de condições de anaerobiose, provocando perdas por desnitrificação, favorecidas pela grande disponibilidade de carbono facilmente decomponível e baixa difusão de O₂ (VICTORIA et al., 1992; SEGATTO, 2001; FELLOWS et al., 2011), e também pela volatilização de amônia, em condições de pH alcalino ($pH > 8,0$) (KIEHL, 1985; VICTORIA et al., 1992; CAMARGO e SÁ, 2004; CUHEL e SIMEK, 2011).

Na Figura 6 são apresentados os valores de pH em água (1:1) determinados ao final do experimento de incubação. Os valores de pH variaram de 6,0 até 10,3 nos tratamentos com adição de RAF, no qual foi observado aumento de pH em todos os tratamentos com adição de RAF. Os tratamentos com adição de RAF T apresentaram acréscimos de pH significativamente maiores do que aqueles com adição de RAF P nas doses acima de 5 t ha⁻¹ de resíduos, possivelmente por causa do efeito do resíduo em pó seja mais diluído se comparado ao talo. Nos tratamentos com adição de nutrientes, pode ser observado que os valores de pH foram significativamente maiores do que nos sem adição de NPK, devido possivelmente à menor nitrificação e aos teores mais altos de amônio (Figura 5). Os valores de pH foram excessivamente altos ($pH > 10$) nos tratamentos com adição de 45 e 135 t ha⁻¹ de RAF T.

Conforme KIEHL (1985), resíduos orgânicos decompostos em condições aeróbias possuem reação

alcalina no solo, formando humatos que podem elevar o pH, pelos menos temporariamente. Em geral, os RAF mostraram efeito alcalino após 163 dias de incubação.

Para que sejam obtidos dados mais abrangentes e seguros a respeito da máxima eficiência agronômica e de possíveis restrições ambientais, são necessários estudos de calibração de doses a campo, sob diferentes condições edafo-climáticas e sob diferentes formas de aplicação (incorporada ou em superfície).

4. Conclusões

A atividade microbiana, avaliada pela evolução de CO₂, aumentou nos tratamentos com adição crescente dos resíduos RAF P e RAF T, demonstrando rápida mineralização do carbono dos resíduos no solo. Os resíduos triturados ou em pó demonstraram maior potencial de biodegradação e de adição de C ao solo no final do experimento em todos os tratamentos. Além disso, os resíduos da indústria fumageira não apresentaram efeitos deletérios referentes à biodegradação dos resíduos.

5. Agradecimentos

À CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro e pelas bolsas de estudo.

6. Referências

- CAMARGO, F.A.O.; SÁ, E.L.S., Nitrogênio e adubos nitrogenados. In: BISSANI, C.A.; GIANELLO, C. et al. (Eds). Fertilidade do solo e manejo da adubação de culturas. Porto Alegre: Genesis, 2004. p.93-116.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFSRS/SC. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.
- CUHEL, J.; SIMEK, M. Proximal and distal control by pH of denitrification rate in a pasture soil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.141, p.230-233, 2011.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- ERNANI, P. R. Utilização de materiais orgânicos e adubos minerais na fertilização do solo. 1981. 82f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- FELLOWS, C.S. et al. Denitrification potential of intermittently saturated floodplain soils from a subtropical perennial stream and an ephemeral tributary. *Soil Biology & Biochemistry*, v.43, p.324-332, 2011.
- KRAY, C.H. et al. Tannery and coal mining residue disposal on soil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.2877-2882, 2008.
- KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Ceres, 1985.
- KBH e C. Coordenação de processos industriais. Vera Cruz: KBH & C, 2004. 52p. (Comunicado Técnico).
- LAUSCHNER, M.H. Potencial de reciclagem agrícola de resíduos de agroindústria fumageira. 2005. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras: UFLA, 2006. 729p.
- MUSUMECI, M.R. Defensivos agrícolas e sua interação com a microbiota do solo. In: CARDOSO, E.J.B.N. et al. (Coord.) *Microbiologia do Solo*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992.
- QMCWEB. Revista eletrônica do departamento de química da UFSC. Nicotina: a molécula que vicia. Disponível em: <<http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/nicotina>>. Acesso em: 10 jan. 2005.
- SEGATTO, M. P. Efeitos da aplicação de resíduos industriais no solo e nas plantas. 2001. 153f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- SELBACH, P.A Acidez do solo e atividade microbiana. In: KAMINSKI, J. et al. (Coord.) *Corretivos da acidez do solo*. Santa Maria: UFSM, 1989. p.63-72.
- STOTSKY, G. Microbial respiration. In: BLACK, C.A. (Ed.) *Methods of soil analysis: chemical and microbiological properties*. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p.1551-1572.
- STRECK, E.V. et al. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EMATER/RS: Departamento de Solos da UFRGS, 2002.
- TEDESCO, M.J. et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995.
- TEDESCO, M.J. et al. Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.) *Fundamentos da matéria orgânica no solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: Gênesis, 1999. p.159-196.
- TIFAC. Technology Information, Forecasting and Assessment Council. Nicotine and its derivatives from tobacco waste. Disponível em: <<http://www.tifac.org.in>>. Acesso em: 12 jan. 2005.
- VICTORIA, R.L. et al. O ciclo do nitrogênio In: CARDOSO, E.J.B.N. et al. (Coord.). *Microbiologia do Solo*. Campinas: SBCS, 1992. p.102-116.