

Dinâmica da ^{14}C -Atrazina em *Cecropia hololeuca* Miq.

Simone Tiemi Taketa Bicalho¹, Tomaz Langenbach², Ricardo Ribeiro Rodrigues³,
Fabio Veríssimo Correia⁴, Denise da Piedade Silva⁴, Edir Martins Ferreira⁴ e Hugo Leonardo Martins⁴.

Introdução

O consumo excessivo de pesticidas tem sido uma fonte importante na contaminação dos corpos d'água por escoamento superficial (run-off) e percolação ao longo do perfil do solo (lixiviação) [1]. Uma das práticas recomendadas para evitar a contaminação de águas superficiais é a presença de vegetação às margens das mesmas, uma faixa tampão como as matas ciliares [2]. Estas além de reduzirem a aplicação de pesticidas nas margens dos rios podem funcionar como barreiras de fitorremediação, uma vez que as plantas possuem o potencial de metabolizar os xenobiontes presentes no solo, bem como exsudarem substâncias que estimulem a microbiota do solo a degradarem os compostos contaminantes. Dentre os pesticidas mais utilizados estão os herbicidas que ainda não possuem substitutos biológicos. Tendo em vista a importância das matas ciliares, sendo também protegida por Lei, vêm se promovendo a sua recuperação. No Brasil não há estudos da capacidade de fitorremediação das matas ciliares e este é um dos primeiros trabalhos sobre o assunto. Este trabalho estuda a dinâmica do herbicida atrazina no sistema solo-planta com a utilização de microcosmos. Foi estudado o potencial de fitorremediação da *Cecropia hololeuca* Miq entendido como a mineralização do xenobionte e a distribuição deste pesticida na planta.

Material e métodos

A. Espécie e Montagem Microcosmos

A espécie estudada foi a *C. hololeuca* por ser típica de área de mata ciliar e tem sido utilizada para recuperação de áreas degradadas. As mudas foram transplantadas para os microcosmos após lavagem das raízes a fim de remover todo o substrato. O microcosmo foi preenchido com Latossolo Vermelho Amarelo peneirado em malha de dois mesh e devidamente adubado conforme recomendação técnica. O experimento constou de três microcosmos com planta e três sem planta (controle), todos contaminados com o herbicida.

A. Herbicida e Microcosmos

A molécula utilizada para o estudo foi a ^{14}C -atrazina amplamente utilizada em culturas de milho, cana-de-

açúcar dentre outras. Foi aplicada a dose de 300g. ha^{-1} atrazina fria (1/10 dose recomendada de campo) acrescida de ^{14}C -atrazina. O herbicida foi aplicado na parte inferior dos microcosmos a fim de simular o movimento a partir do lençol d'água contaminado por pesticida, pois a rega de água era realizada em bandeja localizada na parte inferior do microcosmo. A parte superior do microcosmo foi vedada com plástico e entre ele e o solo foi colocada uma espuma de poliuretano para captura dos produtos voláteis do contaminante. Uma mangueira de teflon, introduzida na parte superior do microcosmo, conduzia o produto da mineralização ^{14}C -atrazina ($^{14}\text{C-CO}_2$) pela microbiota do solo para ser capturado por armadilhas químicas. Estas eram coletadas três vezes por semana e seu conteúdo substituído. Aliquotas de 5 mL de cada armadilha acrescidas de 5 mL Solução cintiladora foram lidas em aparelho de cintilação líquida. Ao término do experimento foi avaliada a altura da planta, número de ramos e folhas. Amostras da planta como parte aérea, raízes e solo foram devidamente processadas, pesadas e, em seguida, incineradas em oxidizer para quantificar o ^{14}C -atrazina total contido nas amostras. Em seguida, lidas em aparelho de cintilação líquida.

Resultados

A. Mineralização da *C. hololeuca*

Microcosmos com plantas tiveram maiores índices de mineralização do ^{14}C -atrazina do que os sem planta (Fig. 1). Provavelmente, a planta estimulou a atividade da microbiota indígena a degradar o xenobionte presente na solução do solo.

B. Distribuição solo-planta

Solos dos microcosmos que continham plantas apresentaram uma redução de cerca de 50% de ^{14}C -atrazina que fora aplicada no solo em relação aos que não continham plantas (controle) (Fig. 1). Houve recuperação total média de $123,2 \pm 16,5\%$ e $98,08 \pm 7,09$ da ^{14}C -atrazina aplicada em microcosmos com e sem planta, respectivamente. A distribuição da ^{14}C -atrazina se deu em toda a planta, principalmente na parte aérea. Nesta fração da planta houve maior concentração nas

1. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências (Microbiologia), Laboratório de Ecotoxicologia, Instituto de Microbiologia Prof. Paulo de Góes, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Av. Brigadeiro Trompowski, s/n. CCS, Bloco I, sala 29. Rio de Janeiro, RJ CEP 21941-900. e-mail: simonetaketa@yahoo.com.br

2. Professor Assistente do Departamento de Microbiologia Geral, Instituto de Microbiologia Prof. Paulo de Góes, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Av. Brigadeiro Trompowski, s/n. CCS, Bloco I, sala 29. Rio de Janeiro, RJ CEP 21941-900

3. Professor Titular do Departamento de Ciências Biológicas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade São Paulo. Av. Pádua Dias N.11, Centro. Piracicaba, SP CEP 13418-900 - Caixa-Postal: 09

4. Laboratório de Ecotoxicologia, Instituto de Microbiologia Prof. Paulo de Góes, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Av. Brigadeiro Trompowski, s/n. CCS, Bloco I, sala 29, Rio de Janeiro, RJ. CEP 21941-900

Apoio financeiro: CAPES, PRONEX e CNPq.

folhas em relação ao caule (Fig. 2). As folhas mesmo secas podem novamente liberar o xenobionte e contaminar o solo. O porte das plantas (altura) e a quantidade de folhas não parecem ter influenciado na maior acumulação ^{14}C -atrazina na parte aérea. No entanto, o peso das folhas tendeu a acompanhar a teor de ^{14}C -atrazina recuperada (Fig.3). Na zona radicular houve maior acúmulo (%) da ^{14}C -atrazina em raízes de menor calibre (raízes finas) do que em raízes de maior calibre (raízes grossas) (Fig. 1).

Discussão

A atrazina é descrita como uma molécula de degradação relativamente difícil e a presença da *C. hololeuca* favoreceu por meio de seus exsudatos a atividade da microbiota indígena. Esta foi capaz de mineralizar de forma expressiva a $^{14}\text{CO}_2$ -atrazina comparado com os microcosmos sem plantas. O aumento da mineralização pela presença de plantas de uso agrícola, já tinha sido observado anteriormente [3,4]. A *C. hololeuca* não apresentou sintomas de intoxicação na dose utilizada. A translocação da ^{14}C -atrazina via xilema concentrou a maior parte no caule e porção foliar. Ocorre uma retirada significativa dos pesticidas do solo para a planta, no processo de senescência, estes resíduos ou metabólitos voltam ao solo e ocorre um novo processo de contaminação, resultando na absorção pela planta e a mineralização. A maior acumulação de ^{14}C -atrazina nas folhas pode estar ligada não ao porte da planta em si, como se imaginava, mas sim ao peso da folha, ou seja, a dimensão da mesma.

A *C. hololeuca* é uma espécie com potencial de fitorremediação para a atrazina por apresentar mecanismos de tolerância e de biodegradação do herbicida, podendo a mesma ser empregada em projetos de revegetação, buscando dar ênfase ao processo de descontaminação do solo, ou seja, a fitorremediação do mesmo e, desta forma, protegendo as águas de superfície e subsuperfície.

Experimentos de transectos de áreas de cultivo agrícola para mata ciliar, realizada pelo laboratório, mostraram que a floresta é capaz de captar grandes quantidades de produtos dispersados para o ar (drift) durante a aplicação dos agrotóxicos funcionando assim como filtros aéreos. Isto constitui um mecanismo que introduz uma quantidade significativa de agrotóxicos no solo. Neste processo de ciclagem há uma perda pela degradação e pela forte adsorção ao solo de forma que se pode esperar uma redução gradativa da atrazina no solo e desta forma contribuindo como redutor da poluição por pesticidas nas águas superficiais. Considerando que as faixas de vegetação exigidas por lei são relativamente largas, e a somatória deste efeito pode ser muito significativa. Estudos com modelagem matemática viabilizarão a obtenção de valores que integra todo o processo.

Agradecimentos

Agradecemos a CAPES, PRONEX e CNPq pelo apoio financeiro viabilizando o trabalho, e à Secretaria do Meio Ambiente do Município do Rio de Janeiro, RJ pela doação das mudas.

Referências

- [1] CORREIA, F.V. e LANGENBACH, T. 2006. Dinâmica da distribuição e degradação de atrazina em Argissolo Vermelho Amarelo sob condições de clima tropical úmida. *Rev. Bras. Ci. Solo*, 30: 183-192.
- [2] LUDOVICE, M.T.F., ROSTON, D.M., TEIXEIRA FILHO, J. Efeito da atrazina em escoamento superficial. 2003. *Rev. Bras. Engenharia Agrícola e Ambiental*, 7: 323-328.
- [3] SCHROLL, R., LANGENBACH, T., CAO, G., DÖRFLER, U. SCHNEIDER, P., SCHEUNERT, I. 1992. Fate of [^{14}C] terbutylazine in soil-plant systems. *The Science of the Total Environment*, 123/124: 377-389.
- [4] SCHROLL, R., BIERLING, B., CAO, G., DÖRFLER, LAHANIATI, M., LANGENBACH, T., SCHEUNERT, I. WINKLER, R.F. 1994. Uptake pathways of organic chemicals from soil by agricultural plants. *Chemosphere*, 28: 297-303.

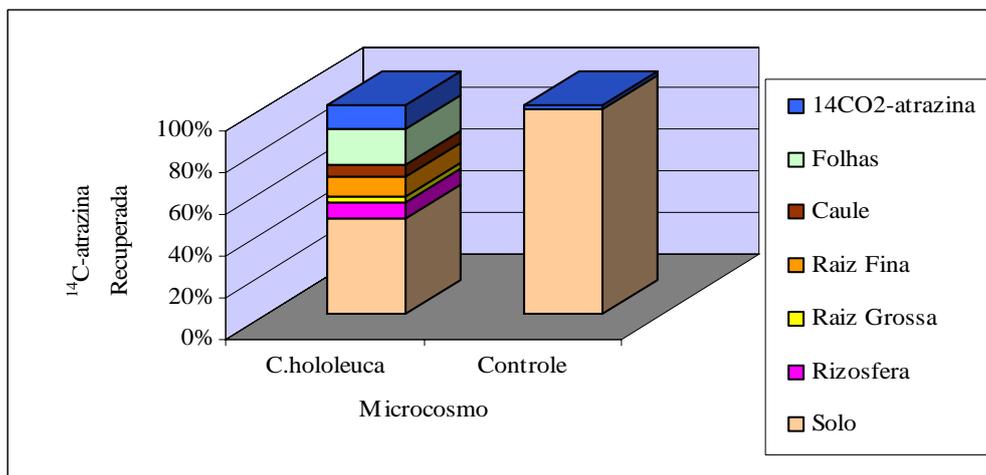


Figura 1. Distribuição média (n=3) de ^{14}C -atrazina recuperada em diferentes frações do microcosmo com planta de *Cecropia hololeuca* e sem planta (controle) e a mineralização da ^{14}C -atrazina (CO_2).

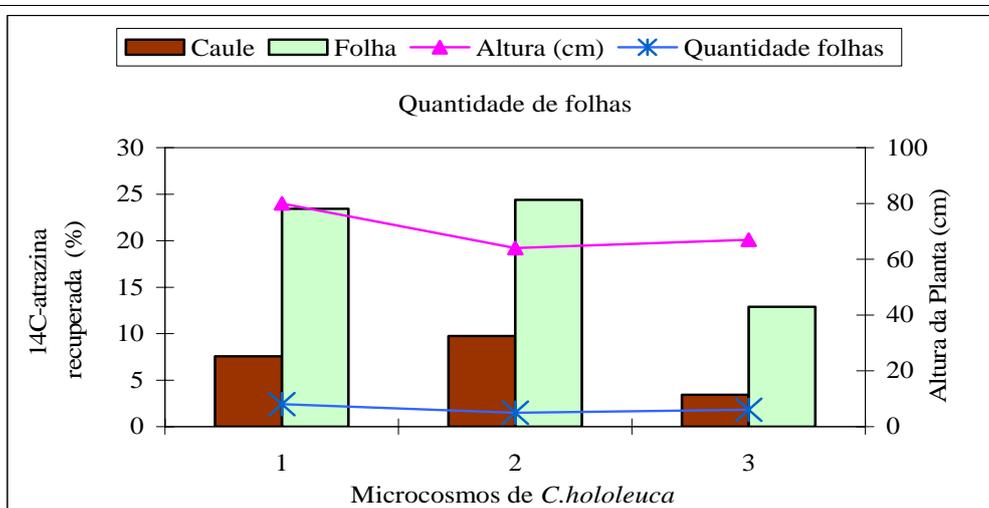


Figura 2. ^{14}C -atrazina em folhas e caule, altura (cm) e quantidade de folhas de microcosmos contendo *Cecropia hololeuca*

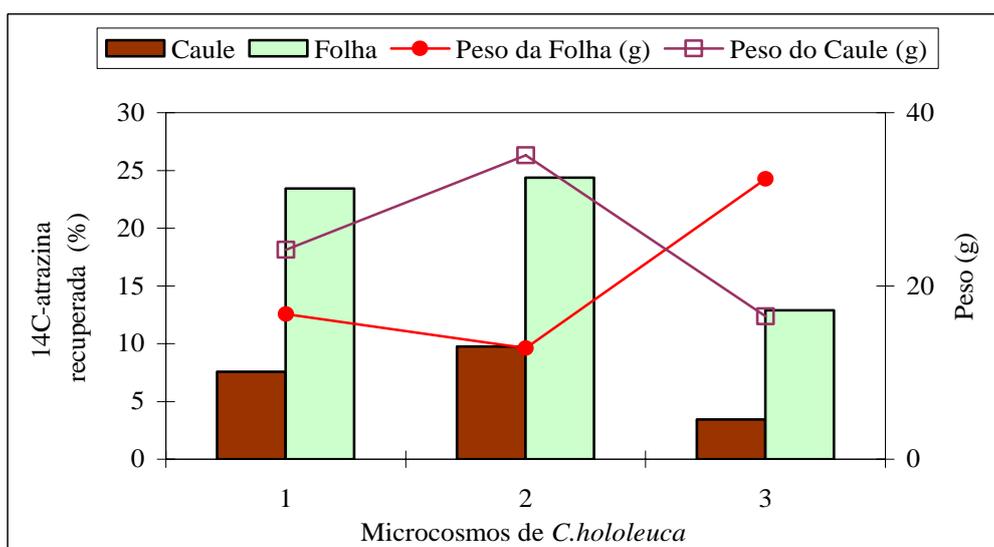


Figura 3. ^{14}C -atrazina em folhas e caule, peso das folhas e caule (g) de microcosmos contendo *Cecropia hololeuca*