

UTILIZAÇÃO DA RODAMINA B COMO TRAÇADOR NA AVALIAÇÃO DE DEPOSIÇÃO DE AGROTÓXICOS

V. L. Ferracini, A. Chaim, M. C. P. Y. Pessoa
Embrapa Meio Ambiente
Caixa Postal 69 – Jaguariúna, SP, Brasil – CEP: 13820-000
e-mail:veraf@cnpma.embrapa.br

RESUMO

Normalmente as culturas exigem várias pulverizações de agrotóxicos durante seu ciclo para controle de diversas tipos de pragas. Cada praga ocorre em diferentes regiões das plantas, que em alguns casos não são plenamente atingidas durante as pulverizações de agrotóxicos. Por esta razão desenvolveu-se um método utilizando Rodamina B, como traçador de aplicação de agrotóxico, para avaliar a eficiência de deposição nas pulverizações. Este método é vantajoso por ser rápido e de baixo custo quando comparado a outros métodos. O método foi testado em pulverização na cultura do milho, tendo como alvo principal o cartucho das plantas com índice de recuperação da Rodamina em papel mata borrão de $100 \pm 3,3\%$. Os resultados mostraram que apenas 22% do resíduo esperado, foi depositado no local desejado.

Termos para indexação: rodamina, impacto ambiental, eficiência de aplicação, agrotóxicos.

INTRODUÇÃO

Existe um grande interesse na redução dos impactos ambientais proporcionados pela agricultura, bem como uma forte demanda de alternativas que conduzam a sua sustentabilidade. Neste contexto, o método de aplicação de agrotóxicos mais empregado atualmente é um processo extremamente desperdiçador e não é adequado ao novo paradigma proposto. Exemplos de desperdícios, têm sido constatados em alguns trabalhos científicos, para culturas de porte rasteiro. Foi verificada a distribuição de agrotóxicos em três estádios de crescimento da cultura de feijão: 15, 30 e 60 cm de altura. Dependendo do porte da plantas, as perdas variaram entre 49 a 88% do total do produto aplicado (1).

Para a cultura de tomate industrial foram realizadas análises em dois estádios de crescimento, 40 e 70 cm onde as perdas variaram entre 44 e 71%. O porte das plantas influenciou as perdas para o solo, mas as maiores porcentagens de deriva ou evaporação de produtos aplicados ocorreram em situações de umidade relativa abaixo de 40% e ventos com velocidades superiores a 4,0 m/s (1).

Nos trabalhos realizados por Chaim et al.(1, 2) foram utilizados traçadores nas caldas de pulverização, para facilitar e reduzir os custos das análises. Como traçador era usado um fungicida cúprico, contendo em sua formulação o equivalente a 250 g de cobre metálico/kg.

O produto era aplicado diluído em água para produção de uma calda com elevados teores de cobre metálico. Após as aplicações, as análises eram realizadas com a determinação do teor de cobre metálico das amostras, com um espectrofotômetro Shimadzu AA 380. Devido à baixa sensibilidade do método analítico, altas doses do fungicida aplicadas eram elevadas, chegando a atingir mais de 800 g/ha de cobre metálico em alguns experimentos (1).

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um método mais rápido e de baixo custo com relação aos relatados na literatura que utiliza, Rodamina B, como traçador fluorescente, para estudos de deposição de agrotóxicos. Para a validação do método foi utilizada a cultura de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Na quantificação da Rodamina foi utilizado um Fluorímetro Turner modelo 450, com filtro primário NB 540 e secundário SC 585. Para a curva de calibração foram utilizadas soluções nas concentrações de 0,01; 0,02; 0,05 e 0,10 µg/mL, obtidas por diluição de uma solução de 1000 µg/mL preparada com Rodamina e água deionizada.

Para avaliação da extração do traçador foi aplicado 10 µL de uma solução de 100 µg/mL de Rodamina B em 10 cartões mata-borrão que foram colocados em tubos com 50 mL de uma solução aquosa contendo 1% de Tween 80 (Polyoxyethylene sorbitan monooleate). Após agitação por 15 minutos em agitador rotatório, à 120 rpm, as soluções foram deixadas em repouso durante 10 minutos e realizada a leitura da concentração do traçador no comprimento de onda de excitação de 540 nm. Todas as etapas de extração foram realizadas protegendo-se as amostras da luz, para evitar a degradação da Rodamina.

Foram realizados testes para verificação da influência da radiação solar na degradação da Rodamina. Nesses testes foram aplicados 10 µL de uma solução de Rodamina na concentração de 100 µg/mL em cartões de papel mata borrão. Lotes de 5 cartões foram expostos a radiação solar durante 0, 10, 20, 30 e 60 minutos, respectivamente. Após cada período de exposição, foi feita a extração e a leitura da concentração da Rodamina. A radiação solar foi monitorada com um Luxímetro digital ICEL, modelo LD-500.

O experimento de campo foi realizado na área experimental da Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna-SP, em cultura de milho cultivado no espaçamento de 0,25 m entre plantas por 0,9 m entre linhas, com a intenção de simular uma aplicação de agrotóxico, para controle da lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smit, 1977).

A pulverização foi realizada com um pulverizador de barras equipado com bicos leque 8003, com vazão média/bico de 0,35 L/min em uma pressão de aproximadamente 172 kPa, velocidade de aplicação de 0,857 m/s e volume de calda estimado em 408 L/ha. A calda de aplicação foi constituída por uma mistura de água e Rodamina na proporção de 1000 mg/L.

A aplicação da Rodamina foi realizada numa área de 4,0 m de largura, por 80,0 m de comprimento, utilizando-se de um delineamento inteiramente casualizado com três

tratamentos e quatro repetições. Considerou-se como tratamentos três posições de amostragem: interior do cartucho, na parte mais elevada da folha mais alta e, no solo nas entrelinhas. Cada parcela foi constituída das duas linhas centrais, com 20 metros de comprimento onde foram distribuídos aleatoriamente 20 cartões de papel mata-borrão de 5,0 cm x 2,0 cm, para cada tratamento. Os cartões dos cartuchos, foram colocados em espiral com forma cônica, acompanhando a superfície interna da estrutura da planta. Cada amostra foi constituída de uma amostra composta de 4 cartões, com área total de 40 cm².

Após a aplicação, as amostras foram imediatamente embaladas em folha de alumínio para encaminhamento para análise. Uma amostra de calda também foi retirada para análise da concentração de Rodamina. As condições de temperatura e umidade relativa foram monitoradas com um termohigrômetro Sper Cientific e a velocidade do vento medida com um anemômetro Turbo Meter Davis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

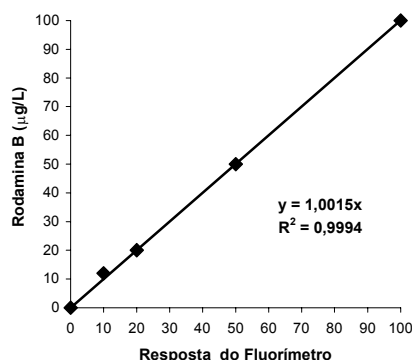
Na Figura 1 é apresentada a curva de calibração do Fluorímetro Turner para Rodamina B, demonstrando linearidade de resposta para a faixa de concentração compreendida entre 0 e 100 µg/L, com um coeficiente de correlação de $r^2 = 0,9994$. Além do aparelho apresentar uma resposta linear, o método mostrou-se sensível ao traçador, indicando a possibilidade de utilizar caldas de pulverização com baixas concentrações do produto. Cai & Stark (4) obtiveram o mesmo resultado para uma faixa de concentração entre 0 e 50 µg/L.

A Tabela 1 apresenta os resultados dos testes de extração da rodamina utilizando água mais Tween 80 (0,1%) indicando a alta eficácia do método.

TABELA 1. Extração de rodamina b de papel mata borrão com solução de água deionizada e tween 80 (0,1%)

Substrato	Extração média (µg/L)	Desvio padrão (µg/L)	Coefficiente de Variação (%)
Papel mata borrão	27	0,89443	3,3
Água+Tween+Rodamina	27	-	-
Porcentagem de extração		100 ± 3,3	

FIGURA 1- curva padrão para rodamina b, obtida no fluorímetro turner modelo 450



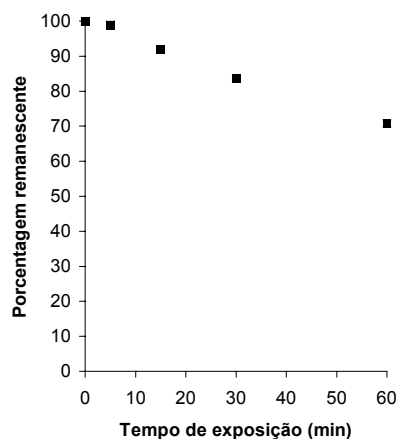
Resultados obtidos com o teste para determinação de extração do traçador do papel mata-borrão, utilizando-se da solução de água contendo 1% de Tween 80 (Polyoxyethylene sorbitan monooleate), apontaram que o método possui 100% de eficiência. Esse resultado é superior aos 91,9% obtido por outros pesquisadores (4), para ensaios realizados utilizando como extrator, apenas água deionizada.

Os testes de exposição à radiação solar foram realizados num período de máxima radiação solar compreendido entre 11:00 e 13:00 h, com taxa de radiação variando entre 80.000 a 120.000 lux. Os resultados obtidos demonstraram que a Rodamina se degrada rapidamente (Figura 2). Esses resultados são diferentes daqueles obtidos por outros pesquisadores (4) que detectaram uma degradação de apenas 7% para 9 h de exposição à luz fluorescente dentro de laboratório.

Assim, pelos resultados obtidos nesse trabalho, recomenda-se para experimento de campo, que as amostras sejam coletadas dentro de um período máximo de 15 minutos, para obtenção de uma taxa de recuperação superior a 90%. Existe portanto a necessidade de planejamento de um número limite de amostras para uso no campo, para que o tempo de coleta não prejudique o resultado da análise. Do ponto de vista experimental, a degradação pode ser apresentada como um fator negativo mas, considerando os aspectos ambientais, esse resultado é altamente significativo, pois o risco de impacto do traçador no meio ambiente será bem menor do que o do cobre utilizados em experimentos de avaliação de deposição em feijão e tomate (1, 2, 3).

Durante a realização das pulverizações na cultura do milho, foram observados ventos sob rajadas entre 0,0 a 3,4 m/s, temperatura entre 22-23 °C e umidade relativa entre 66-68%. A cultura do milho se apresentava com altura média entre de 0,40 m de altura, e a barra de pulverização foi ajustada para deslocar-se a 0,20m de distância do topo das plantas. Esse procedimento foi adotado para garantir um menor efeito da deriva pela ação do vento.

FIGURA 2. Degradação da rodamina b submetida a intensidade de radiação solar entre 90.000 e 120.000 lux



A análise de resíduo da calda demonstrou que o preparo da calda foi bem feito, pois o resultado encontrado foi exatamente 1000 mg/L. Considerando que o volume aplicado foi de 408 L/ha, o resíduo esperado para uma área plana de 10.000 m² seria de 4,08 µg/cm².

Observa-se pelos resultados apresentados na Tabela 2, que a quantidade de produto depositado na folha superior de milho foi de 4,3 µg/cm², sendo portanto um pouco maior do que àquela esperada. Entretanto, como a média de 4,3 mg/cm² não diferiu estatisticamente daquela que atingiu o solo (3,5 µg/cm²), pode-se inferir que não existem diferenças entre a dose esperada e aquelas encontradas nas folhas e no solo.

TABELA 2 - deposição da rodamina em três locais de amostragem na cultura de milho

ALVOS	MÉDIA (µg/cm ²)	DMS PARA TUKEY 5%
Folha superior	4,3 a	
Cartucho	0,9 b	1,5
Solo	3,5 a	

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,05)

Deve ser considerado, que os bicos de pulverização passaram muito próximos ao das folhas mais altas, provocando uma saturação de deposição. O papel mata borrão pode absorver uma capacidade de líquido provavelmente superior àquela que seria naturalmente retida pela superfície da folha do milho (1, 2), justificando também, o valor superior de resíduo encontrado. Contudo o alvo da aplicação era o interior do cartucho das plantas de milho, onde depositou-se apenas 0,9 µg/cm² ou seja, apenas 22% do resíduo esperado.

A concentração da Rodamina B utilizada na calda de pulverização, revelou ser extremamente elevada, exigindo diluição das soluções extraídas das amostras. Considerando que cada amostra era constituída de 4 cartões com 10 cm² o resíduo teórico esperado para cada amostra composta de 40 cm² seria de aproximadamente 163 µg de Rodamina. Como a amostra foi colocada em um volume de 50 mL de solução extratora, a concentração dessa solução ficaria em torno de 3,26 mg/L ou seja, 32 vezes maior do que limite máximo de 100 µg/L calibrado para o Fluorímetro. Assim considerando amostras com 40 cm² de superfície e a necessidade de se trabalhar com o Fluorímetro com fundo de escala de 100 µg/ L, a concentração ideal da calda de pulverização deveria estar em torno de 32 mg/L.

CONCLUSÕES

Os resultados de recuperação de extração obtidos foram de 100% com desvio padrão de ± 3,3%, para Rodamina aplicada em papel mata borrão.

O Fluorímetro Turner modelo 450 apresentou reposta linear para concentrações de Rodamina entre 0 e 100 µg/ L.

Em teste de validação em campo na cultura do milho, tendo como alvo o cartucho, o método revelou que apenas 22% da dose esperada atingiu o local desejado.

O método é vantajoso por ser rápido e de baixo custo quando comparado a outros métodos da literatura

BIBLIOGRAFIA

1. CHAIM, A.; VALARINI, P.J.; OLIVEIRA, D.A.; MORSOLETO, R.V.; PIO, L.C. Avaliação de perdas de pulverização em culturas de feijão e tomate. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 1999b. 29p (Embrapa Meio Ambiente, Boletim de Pesquisa, 2)
2. CHAIM, A.; PESSOA, M.C.P.Y.; CASTRO, V.L.S.; FERRACINI, V.L.; GALVÃO, J.A.H. Comparação de pulverizadores para tratamento da cultura do tomate estaqueado: avaliação da deposição e contaminação de aplicadores. Pesticidas: revista de ecotoxicologia e meio ambiente, Curitiba, v.9, p.65-74, 1999c.
3. CHAIM, A.; CASTRO, V.L; CORRALES, F.; GALVÃO, J.A.H.; CABRAL, O.M.R. Método para monitorar perdas na aplicação de agrotóxicos na cultura do tomate. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.34, n.5, p.741-747, 1999a.
4. CAI, S.S.; STARK, J.D. A method for the determination of Rhodamina B and brilliant sulfaflavina on cotton string collectors and in a spray tank solution mixture. Journal of Environmental Science and Health. Part B – Pesticides, Food Contaminants and Agricultural Wastes, v. B32, n. 6, p. 985-1004, 1997.