

4.03.01 - Farmácia / Farmacotécnica

DESENVOLVIMENTO DE NANOSISTEMA PARA CONTROLE DA LIBERAÇÃO DO FEROMÔNIO DE AGREGAÇÃO RINCOFOROL®.

Lucas T. C. N. Bezerra^{1*}, Camila B. Dornelas²

1. Graduando do curso de Farmácia do Instituto de Ciências Farmacêuticas (ICF) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
2. Professora/Pesquisadora do curso de Farmácia do Instituto de Ciências Farmacêuticas (ICF) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

Resumo

A incidência do *R. palmarum* causa prejuízos à cocoicultura, sendo o Rincoforol® a única técnica de controle comercializada. Sua embalagem não oferece proteção contra fatores abióticos além de ser nocivo ao meio devido a elevada liberação e seu descarte problemático. O uso de matrizes biodegradáveis para desenvolver novos dispositivos é crucial para desfechos ambientais e econômicos positivos. O alginato possui boa capacidade de encapsulação de ativos e a associação com a bentonita é eficaz em reduzir sua porosidade e fornecer proteção ao ativo. Os dispositivos foram produzidos na forma de *beads* de acordo com metodologia existente. Estes foram avaliados quanto à cinética de liberação e eficiência de encapsulação. Ao final dos experimentos, *beads* sem bentonita liberaram 98,52%, enquanto dispositivos com bentonita liberaram 3,34% do Rincoforol® adsorvido. Estes achados implicam um produto biodegradável de alto rendimento e vida útil prolongada devido à liberação sustentada do feromônio.

Palavras-chave: Bead; Nanocompósito; *Rhynchophorus palmarum*.

Apoio financeiro: CNPQ e FAPEAL.

Trabalho selecionado para a JNIC: PIBITI/UFAL.

Introdução

A cultura do coqueiro é importante para a economia brasileira, pois contribui de maneira notável com o Valor Bruto de Produção Agrícola (IBGE,2012), além de empregar mais de 220 mil produtores (NEGRISOLI-JÚNIOR et al., 2011). Contudo, esse setor vem sofrendo perdas devido à incidência da coleobroca *Rhynchophorus palmarum*. O feromônio de agregação Rincoforol® é única técnica de controle para *R. palmarum* registrada Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Este por sua vez é comercializado em cápsulas de plástico (Eppendorf safelock®) que controlam sua taxa de liberação através de aberturas na tampa. Porém este produto não fornece proteção ao material contra fatores externos e deve ser descartado ao final de seu uso. Além do descarte plástico, a prática de controle de pragas também apresenta danos ao ambiente devido ao uso de substâncias tóxicas em largas quantidades. Em razão dos fatores citados, o desenvolvimento de formulações com uso de matrizes ecologicamente limpas e eficazes é fundamental.

A utilização de bionanoprodutos é desejável nesse contexto. Estes produtos são fabricados através da utilização de materiais capazes de adsorver os feromônios e assim modular sua cinética de liberação, simulando as cápsulas de plástico. Polímeros hidrofílicos, como o alginato, são utilizados para a encapsulação de ativos. Porém, devido a essa propriedade, a diferença de pressão osmótica entre o sistema e o ambiente externo pode influenciar a taxa de liberação dos compostos (YOTSUYANAGI et al., 1991). A associação com a argila lamelar bentonita é fundamental, pois quando combinada com o biopolímero garante menor taxa de degradação oxidativa do composto encapsulado e modula a liberação de compostos voláteis uma vez que diminui a porosidade do material (RAY & OKAMOTO, 2003). Contudo esta tecnologia não se limita à modulação; sua matriz biodegradável protege o composto contra fatores abióticos além de tornar o material de fácil descarte.

O presente estudo teve como objetivo avaliar cinética de liberação do Rincoforol a partir do dispositivo de liberação controlada à base de matriz polimérica para captura do *R. palmarum*.

Metodologia

Os dispositivos de liberação, *beads*, foram preparados de acordo com metodologia descrita em Batista et al. (2014). Uma solução de alginato de sódio de concentração 2,5% foi adicionada a uma suspensão aquosa de bentonita sódica com diferentes concentrações de acordo com o tipo de produto (AB0, 0%; AB2, 2%; AB4, 4%; e AB6, 6%). A solução permaneceu sob agitação durante 4 horas para homogeneizar. Posteriormente o feromônio Rincoforol® foi agregado à formulação em uma concentração correspondente a 2,5%, continuado de mais 1 hora sob agitação. Logo após o preparo das soluções, a extrusão foi realizada em cloreto de cálcio a

0,25M. Em seguida, efetuou-se a formação dos *beads* e estes permaneceram na solução gelificante durante 30 minutos. Os *beads* foram filtrados e lavados com água deionizada e logo em seguida armazenados no congelador durante 48 horas. Após este período, os produtos foram liofilizados.

Para avaliar a taxa de liberação do Rincoforol® através do dispositivo, foi necessário realizar coleta de acordo com metodologia adaptada de Zarbin et al. (2007) sobre o uso sistema de aeração composto por uma câmara com *beads*. Em uma das extremidades foi acoplada uma bomba para propulsão do ar e um *trap* contendo carvão ativado para impedir a entrada de contaminantes na câmara. Na outra extremidade, um *trap* contendo o polímero Porapak-Q foi inserido para absorver os voláteis liberados pelos *beads*. Um novo *trap* foi alocado após 24 horas para que fosse possível a extração dos voláteis do antigo *trap* com 0,5 mL de Hexano P.A. O material extraído foi armazenado em *vials* e armazenados a -20°C até o momento das análises.

A quantificação do Rincoforol® adsorvido nos *beads* foi realizado através da extração total por solvente. Onde 10 mg de *beads* de cada formulação foram triturados em 10 mL de hexano com o auxílio de gral e pistilo. A solução obtida foi filtrada e amostras de 1 µL foram injetadas e analisadas por CG-MS e o resultado foi expresso em Eficiência de Encapsulação (EE%) calculada de acordo com a equação 1 (HOSSEINI et al. 2013):

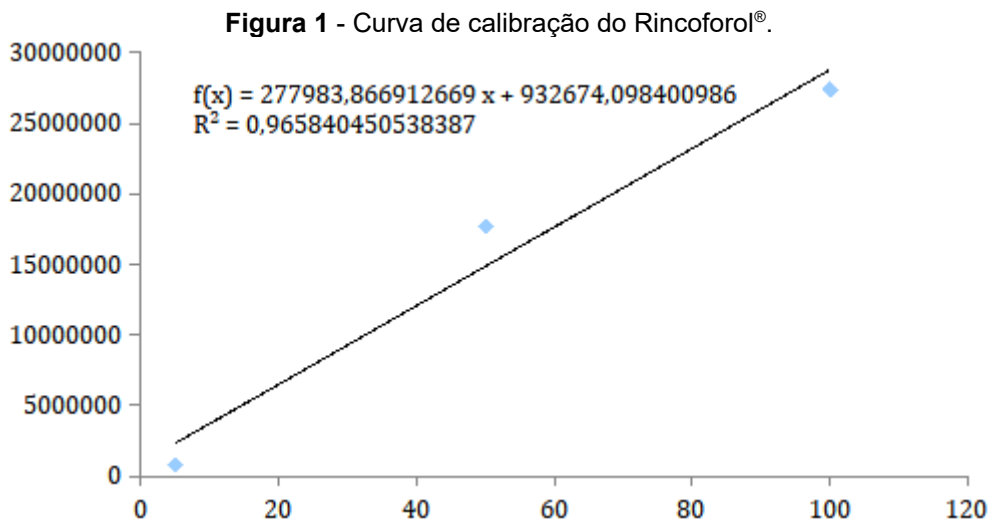
$$EE(\%) = (N_t \div N_0) \times 100$$

Onde: N_t é a quantidade total de Rincoforol® nos *beads* e N_0 a quantidade inicial de Rincoforol® adicionada à formulação.

Assim como na quantificação do Rincoforol®, as amostras advindas da aeração foram analisadas com o uso de cromatógrafo a gás acoplado a um espectrômetro de massa CG-MS modelo 2010 PLUS (Shimadzu, Japão), em coluna Nist-05 (5% Fenil, 95% Dimetilpolisiloxano). As condições utilizadas foram: injetor com temperatura 250°C no modo *Splitless* (sem difusão de fluxo), a coluna iniciou com 50°C durante 5 minutos e foi aquecida à 12°C/min até atingir 280°C que foi mantida por 5 minutos; a fonte de ionização utilizada foi impacto eletrônico com 70 eV com temperatura do detector *ion source* de 220°C; por fim a temperatura da interface foi 280°C, os valores de fragmentação registrados foram na faixa de massa 35 m/z até 400 m/z.

Resultados e Discussão

A curva de calibração do Rincoforol® (Figura 1) mostrou-se linear entre 5 e 100 ppm, conforme a equação da reta: $y = 277984x + 932674$ ($R^2 = 0,9658$). A partir destes dados foi possível calcular a EE% do feromônio.



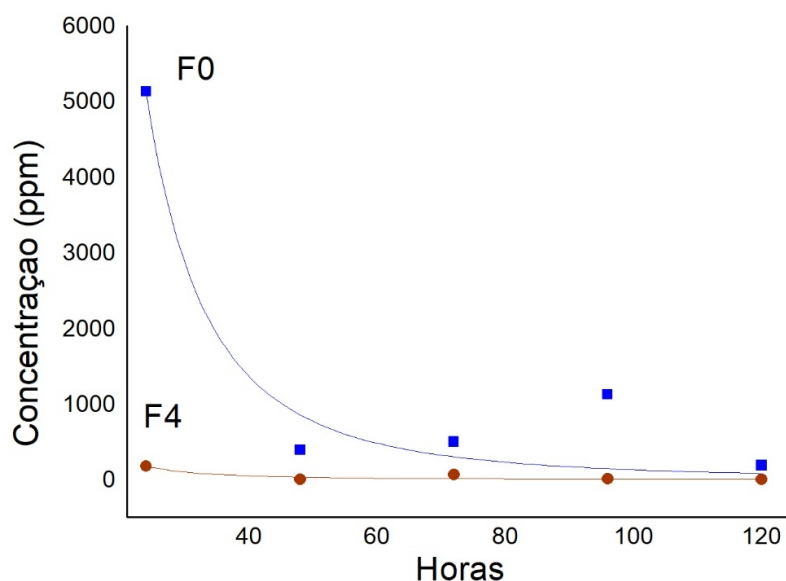
Fonte: Autor, 2020.

Beads AB0 expressaram EE% de 43,4%. À medida que a concentração de bentonita aumentava nas formulações, foi possível observar aumento na EE%, como em AB2, AB4 (73,4% e 92,26%, respectivamente). Em AB6 houve redução da EE% para 71,56% indicando uma possível saturação da rede polimérica, assim impedindo a incorporação do rincoforol no produto. Os resultados gerais sugerem que o alginato enriquecido com a bentonita reforça a matriz polimérica causando retenção do feromônio na matriz de maneira eficiente pois com a adição da menor proporção de bentonita já foi capaz de aumentar a EE% em aproximadamente 1,7 vezes. O cromatograma da solução de n-Hexano/Rincoforol® obtida da extração mostrou-se semelhante ao padrão de Rincoforol® puro o que demonstra que não houve formação de novos picos e consequentemente

formação de produtos provenientes da degradação do Rincoforol®.

Os resultados dos experimentos de aeração estão expressos na Figura 2. É possível observar nos *beads* AB0 um *burst* de liberação de Rincoforol®, a partir da matriz, que apresentou taxa de liberação 68,92% no primeiro dia, caindo para 5,25% no segundo e 6,7% no terceiro. Após 5 dias de experimento a matriz AB0 liberou cerca de 98,52%. Isto indica que essa matriz não apresenta boa capacidade de retenção do volátil uma vez que proporciona liberação rápida e não constante deste composto. Já os *beads* AB4 durante as primeiras 24 horas apresentaram liberação de 2,36% e nas horas seguintes uma modulação na liberação de Rincoforol® em baixas concentrações totalizando liberação de 3,34% de seu conteúdo total ao longo do experimento, indicando que a matriz pode funcionar como dispositivo de liberação controlada do Rincoforol®.

Figura 2 – Concentração do Rincoforol® volatilizado e retido no adsorvente.



Fonte: Autor, 2020.

Conclusões

Os resultados apresentados mostram que a presença de bentonita promove a modulação cinética da liberação do Rincoforol®. Desse modo, o conjunto de características exibidas pelo nanocompósito indica que a matriz é promissora no emprego da técnica de controle de pragas utilizando feromônio, uma vez que garante rendimento de encapsulação alta e liberação sustentada ao longo do tempo.

Referências bibliográficas

BATISTA, D. P. C. et al. Polymer/Layered Silicate Nanocomposite as Matrix for Bioinsecticide Formulation, *Macromolecular Symposia*, 344, 14-21, 2014.

HOSSEINI, S. M. et al. Incorporation of essential oil in alginate microparticles by multiple emulsion/ionic gelation process. *International Journal of Biological Macromolecules*, 62, 582-588, 2013.

IBGE. Produção Agrícola Municipal – Culturas Temporárias e Permanentes. IBGE, Rio de Janeiro, 39, 1-101, 2012. NEGRISOLI-JÚNIOR, A.S.; SILVA, E.S.; BARBOSA-NEGRISOLI, C.R.C.; SANTOS, N.L.; GUZZO, E.C. Criação em laboratório da broca-do-olho-do-coqueiro *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) visando pesquisas para o controle das suas larvas. Comunicado Técnico 116, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Dezembro, 2011.

RAY, S. S.; OKAMOTO, M.; Polymer/layered silicate nanocomposites: a review from preparation to processing. *Progress in Polymer Science*, 28, 1539, 2003.

YOTSUYANAGI, T., YOSHIOKA, I., SEGI, N.; IKEDA, K. Acid-induced and calcium-induced gelation of alginate

acid: *Bead* formation and pH-dependent swelling. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 39, 1072-1074, 1991.

ZARBIN, A. J. G. Química de (nano)materiais. *Química Nova*, 30, 1469-1479, 2007.