



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102013019741-6 A2

(22) Data do Depósito: 02/08/2013

(43) Data da Publicação: 08/03/2016
(RPI 2357)



(54) Título: TRATAMENTO DE SEMENTES
COM PESTICIDA ENCAPSULADO ATRAVÉS
DE ELECTROSPINNING/ELECTROSPRAYING

(51) Int. Cl.: A01C 1/08

(73) Titular(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO GRANDE DO SUL, TECNANO PESQUISA
E SERVIÇOS LTDA, FUNDAÇÃO AMPARO À
PESQUISA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO
SUL - FUPERGS

(72) Inventor(es): PATRICIA HELENA LUCAS
PRANKE, CLÁUDIO EDUARDO FARIAS
NUNES PEREIRA

(57) Resumo: TRATAMENTO DE SEMENTES
COM PESTICIDA ENCAPSULADO ATRAVÉS
DE ELECTROSPINNING/ELECTROSPRAYING

A invenção presente relaciona-se a tratamento de sementes cujo veículo é um revestimento de polímeros incorporando pesticida encapsulado em micro ou nanoescala, obtidos por electrospinning ou electro spraying, na forma de micro-nanofibras e/ou micro/nanocápsulas.



TRATAMENTO DE SEMENTES COM PESTICIDA ENCAPSULADO ATRAVÉS DE
ELECTROSPINNING/ELECTROSPRAYING

Campo da invenção

5 A invenção presente relaciona-se a tratamento de sementes cujo veículo é um revestimento de polímeros incorporando pesticida encapsulado em micro ou nanoescala, obtidos por *electrospinning* ou *electrospraying*, na forma de micro-nanofibras e/ou micro/nanocápsulas.

Antecedentes da Invenção

10 A partir da década de 90, o tratamento de sementes vem se localizando no topo da indústria sementeira, em função das preocupações relativas à segurança no trabalho e proteção do meio ambiente, bem como a sementeira de precisão, uma vez que o processo serve para melhorar a plantabilidade das sementes. Esse fato faz esta tecnologia ser altamente eficiente na proteção
15 das sementes, ao combinar fungicidas com inseticida (ingredientes ativos) e com uma camada ou filme feito de polímero líquido (adesivo). A semente está recoberta com fungicidas, inseticidas, herbicidas, nutrientes, materiais poliméricos e outros aditivos.

O tratamento de sementes é considerado o método mais custo-efetivo numa
20 lavoura em implantação, pois envolvendo a semente, permite a sua proteção contra pragas do solo e permite a sua boa germinação e crescimento com vigor. Atualmente, é usado de maneira rotineira em empresas rurais que adotem técnicas modernas de produção no campo.

O método mais moderno de tratamento de sementes é o revestimento
25 polimérico, que consiste na formação de uma camada de polímero ao redor da semente, aderida a sua casca (Figura 1). O revestimento polimérico é um polímero que se forma em torno de um substrato, protegendo-o e permitindo a troca de gases da semente com o ambiente, enquanto promove a liberação no tempo ideal dos defensivos agrícolas.

30 O presente invento inova no sentido de usar a aplicação eletrohidrodinâmica do *electrospinning*, ou fiação eletrostática, e *electrospraying*, em formulações de

tratamento de sementes com a confecção de matrizes de micro/ nanofibras ou micro/ nanocápsulas contendo pesticidas (inseticidas e fungicidas).

As fibras podem ser obtidas de polímeros naturais e sintéticos tão variados quanto derivados de celulose, poliésteres, elastômeros, vinis, pirrolidona, poliuretanos, siliconados, acrilatos ou qualquer polímero que pode ser submetido a *electrospinning/ electrospraying*. Em particular, cita-se o uso de micro/ nanofibras e/ ou micro/ nanocápsulas de derivados de celulose, vinis, acrílicos, ácidos poliláticos, policaprolactona, pirrolidona, estireno-butadieno e copolímeros elastômeros.

10 No âmbito patentário, foram localizados alguns documentos relevantes que serão descritos a seguir, no contexto de uso de nanotecnologia ou técnicas de nanotecnologia em aplicações de controle de pragas, insetos ou agricultura em geral.

Relacionadas com nanotecnologia no Brasil.

15 - PI 0414163-6, intitulado: "método de produção de nanofibras a partir de uma solução de polímero usando fiação eletrostática, e, dispositivo para realizar o mesmo", publicada em 08/09/2004.

20 - PI 0703280-3, intitulada: "processo de obtenção de nanofibras de nanocompósitos esfoliados de poliamida 6,6 com nanoargila por eletrofiação e nanofibras obtidas", publicada em 04/10/2007.

- PI 0516328-5, intitulada: "método para a preparação de uma rede de nanofibras", publicada em 03/11/2005.

25 - PI 0408535-3, intitulada: "nanoestruturas de carbono e processo para a produção de nanotubos, nanofibras e nanoestruturas a base de carbono", publicada em 22/03/2004.

- PI 0317205-8, intitulada: "composições de nanofibras de carbono e oligômeros macrocíclicos polimerizados eletricamente condutores, processo para prepará-las e artigo moldado destas", deposita em 19/12/2003.

30 - PI 9710708-5, intitulada: "nanofibras com alta área de superfície", publicada em 13/05/1997.

- PI 0611827-5, intitulada: "métodos, sistemas e materiais de fabricação de

nanopartícula”, publicada por: “The University of North Carolina at Chapel Hill (US), North Carolina State University (US) e Liquid Technologies Inc. (US)” em 19/06/2006.

5 - PI 0902080, compreendendo: “... Uma estrutura composta de micro e/ou nanofibras, tramadas na forma de um tecido e/ou não tecido por meio de eletrofiação de um sistema polimérico como solução... Contêm incorporados nos mesmos agentes ativos com forte ação bactericida, bacteriostática e fungicida na forma de nanopartículas metálicas e enzimas proteolíticas como componentes ativos incorporados nas mesmas que atuam no desbridamento dos tecidos desvitalizados. A presente invenção também descreve um curativo
10 inteligente que usa a referida membrana”, publicada por “USP; FAPESP”.

- PI 0902050, compreendendo: “Apresenta o produto nanopartículas biodegradáveis sensíveis à variações de temperatura e/ou pH ... São usadas para a encapsulação de moléculas ativas, visando sua posterior liberação em um meio específico sob um estímulo também específico..., se o ativo for de aplicação em emulsões ou dispersões de uso cosmético, alimentício ou agroquímico, e o estímulo pode ser a variação de temperatura, ou de pH, ou ambos simultaneamente. Para concretizar um produto, a molécula de interesse a ser nanoencapsulada deve ser solubilizada, dispersa ou emulsionada na
15 solução obtida da solubilização do copolímero de bloco no solvente desejado”, publicada por “USP; Instituto de Pesquisas Tecnológicas”.

- PI 0705599-4, compreendendo: “nanopartículas para encapsulação de ingredientes ativos, processo para sua obtenção, composição compreendendo nanopartículas”, publicada por “Universidade Federal de Santa Catarina (BR/SC)” em 19/04/2007.
25

- WO 051607, depositada em 2010, compreendendo: uma preparação de concentrado de substâncias biologicamente ativas dispersíveis em água para aplicação em agricultura em escala nanométrica, de partículas insolúveis em água ou de água que são aplicáveis como ingredientes ativos de defensivos agrícolas, depositada por Oxiteno Ind. e Com. S.A. O foco são dispersíveis
30 granulados em nanoescala de agroquímicos.

Relacionadas com agricultura, particularmente controle de insetos.

- 5 - PI 0520470-4 intitulado "superabsorventes, nanofibras não-trançadas acabadas com os mesmos e seus usos", em nome de Schill + Seilacher Aktiengesellschaft (DE), publicada em 23/12/2005;
- PI 0611827-5 intitulado "métodos, sistemas e materiais de fabricação de nanopartícula", em nome de "The University Of North Carolina At Chapei Hill" (US), North Carolina State University (US) e Liquid Technologies Inc. (US), publicada em 19/06/2006;
- 10 - PI 0801545-7 intitulado "nanopartículas preparadas à base de ceras naturais da Amazônia. processo de obtenção, composição e aplicações das nanopartículas", em nome de Betina Giehl Zanetti Ramos (BR/SC), publicada em 07/05/2008;
- PI 0705599-4 intitulado "nanopartículas para encapsulação de ingredientes ativos, processo para sua obtenção, composição compreendendo nanopartículas" em nome de Universidade Federal de Santa Catarina (BR/SC), publicada em 19/04/2007;
- 15 - KR 20040090361 intitulado "manufacturing method of chemical fiber having excellent antistatic property" em nome de Choi Heui Kyo, publicado em 22/10/2004;
- 20 - CN 1865332, intitulado "high molecule nano composite material for defending insect an killing egg, and its preparation process", em nome de Chen Chuanbiao Wang, publicado em 22/11/2006;
- CN 101260625, intitulado "nanometer formaldehyde-free dye-fixing agent and method for making same", em nome de Guoping Liu, publicado em 10/09/2008;
- 25 - CN 101518258, intitulado "method for preparing matriline/ carboxymethyl chitosan/ phosphonic chitosan pesticide nanoparticle aqueous dispersion preparation", em nome de Univ Jinan, publicado em 02/09/2009;
- KR 20020066464, intitulado "container for ant-attracting bait", em nome de Dainippon Jochugiku Kk; Clorox Internai Company, publicado em 17/08/2002;
- 30 JP 2000001402, intitulado "toxic bait tablet to ant", em nome de Yuukou Yakuhin Kogyo Kk, publicado em 07/01/2000;

- US 2008/0131538, intitulado "starch foam microparticles", em nome de Secretary of Agriculture, publicado em 05/06/2008;
- US 6,339,897, intitulado "method and apparatus for dispensing airborne materials for controlling pests", em nome de United States of America Secretary of Agriculture, publicado em 22.01.2002;
- US 2006/0127435, intitulado "sustained release pest control products and their applications", em nome de Peter Van Voris, publicado em 15.06.2006;
- US 4,296,036, intitulado "selective method for the preparation of insect pheromone", em nome de Sumitomo Chemical Company, Limited, publicado em 20.10.1981.

Descrição detalhada da invenção

A invenção presente relaciona-se a tratamento de sementes cujo veículo é um revestimento de polímeros incorporando pesticida encapsulado em micro ou nanoescala, obtidos por *electrospinning* ou *electrospraying*, na forma de micro-nanofibras e/ou micro/nanocápsulas.

Tratamento de sementes

Trata-se o revestimento de sementes polimérico, ou *film-coating*, da aplicação de um polímero, ou mistura de polímero/copolímero, contendo pesticidas (inseticida e/ou fungicida), com ou sem micronutrientes, no tegumento da semente. É o método mais eficiente de proteção da semente contra as pragas que infestam o ambiente do solo onde será plantada. Deve ser um revestimento semipermeável, que impeça a absorção de água pelas sementes, quando a disponibilidade for pequena no solo, mas que permita a sua respiração. Isso evita que a semente inicie a germinação e morra por falta de umidade. O polímero é útil também em caso de excesso de chuva, onde cerca de 4% de sementes morrem durante a germinação, porque a quantidade de água absorvida é muito alta e rápida, deixando-as túrgidas, o que podem romper a parede celular, provocando a morte das sementes. Neste caso, idealmente, o revestimento polimérico regula a velocidade e a

quantidade de água absorvida, evitando assim o problema.

Além do controle da umidade e da permeabilidade a gases da respiração da semente, a boa aderência do revestimento do produto às sementes, melhora a eficiência do fungicida e do inseticida aplicados. Isso leva a uma liberação mais lenta e constante dos pesticidas, ao mesmo tempo em que evita o vazamento excessivo dos produtos e contaminação do solo e água subterrânea em caso de muita chuva. Outra vantagem do revestimento polimérico de sementes é a eliminação do uso do formulado em pó (potencial contaminante pela respiração e pele de homens e animais), facilitando o manuseio e o plantio do produto. Um bom tratamento de sementes deve proporcionar melhorias nas propriedades relacionadas: controle de umidade, permeabilidade a gases e liberação adequada dos pesticidas utilizados. Com a evolução da tecnologia, cada vez mais, buscam-se métodos mais eficientes da liberação dos ingredientes ativos, com menores doses utilizadas e liberação dos agroquímicos mais constante. Os pesticidas na forma de micro/ nanoemulsões e micro/ nanocápsulas são exemplos de veículos de liberação de pesticidas mais eficientes.

As microemulsões geralmente formam-se espontaneamente- são estáveis termodinamicamente- e têm um tamanho de partícula menor que 0,1 μm . O tamanho diminuto das gotas, em comparação com as emulsões comuns pode ser obtido pelo uso simultâneo de dois tensoativos (aniônico e não iônico) diferentes no equilíbrio certo, às vezes com a ajuda extra de um co-solvente. O tamanho de partícula pequeno leva a uma distribuição homogênea, o que facilita a absorção dos pesticidas e, assim, a eficácia biológica. Além disso, a ausência, ou redução, de solvente reduz o odor e vaporização, tornando mais seguro o manuseio e transporte do produto. Na mesma linha de atuação, as nanoemulsões distinguem-se por tamanho menor das gotas e também tem vantagens em relações às emulsões comuns. Ambos já estão disponíveis nas lavouras, comercialmente à longa data.

Quando, ao redor do pesticida em micro ou nano emulsão é aplicado um

polímero, ou uma blenda polimérica e copolímero, na forma de cápsula, tem-se o pesticida micro/nanoencapsulado, que é mais estável ainda que os métodos anteriores. A cápsula regula a difusão do pesticida, retardando o seu efeito e permitindo uma liberação mais controlada e duradoura (maior efeito residual). Isso leva a redução das doses que precisam ser usadas, pois há melhor eficiência na sua liberação. Podem ser feitas micro ou nanofibras e micro ou nanocápsulas, tanto usando polímeros hidrófobos, quanto hidrofílicos. A maioria dos pesticidas são lipofílicos ou hidrófobos e as cápsulas mais comuns são desse tipo. O meio disperso é o que fica interior à capsula que é gerada no processo de encapsulamento, enquanto o meio contínuo fica ao redor. Ao fim do processo, o disperso está separado do contínuo através da cápsula polimérica.

Assim, o encapsulamento dos produtos em micro/nanofibras ou micro/nanocápsulas, como proposto nessa invenção, apresenta inúmeras vantagens como a utilização de menor quantidade de princípio ativo, uma vez que a perda é menor, abrindo enormes possibilidades para muitos princípios ativos já existentes. Com isso, a eficiência pode ser garantida com menor impacto sobre o ambiente à saúde humana. A aplicação eletrostática proporciona melhor deposição no alvo (semente) e redução da necessidade de polímero e água, assim como obtém um recobrimento mais uniforme.

O sucesso na liberação dos pesticidas encapsulado em micro/nanofibras e/ou micro/nanocápsulas deve-se aos seguintes fatores, entre outros:

- a) Escolha do melhor óleo e solventes para os pesticidas lipofílicos, que evite o vazamento do produto a ser encapsulado do meio disperso para o contínuo.
- b) Escolha de polímero que tenha: boa compatibilidade com o meio disperso e boa adesão à superfície da semente.
- c) Técnica de encapsulamento, que envolve um processo de formação do revestimento polimérico ao redor do meio disperso.
- d) Permitir a germinação, não prejudicar o vigor da plântula (planta recém-germinada).

e) Ser letal nas concentrações utilizadas contra as pragas.

f) Apresentar ação tóxica retardada, permitindo uma ação eficiente e duradoura do produto.

Nesse sentido, considera-se que o uso da nanotecnologia, através do emprego de fibras ou cápsulas em escala diminuta contendo o pesticida incorporado no revestimento de semente é uma alternativa eficaz para um tratamento de semente adequado, pois o revestimento polimérico é uma técnica de uso atual e progressivo, assim como as micro/nanoemulsões e micro/nanocápsulas, mas desconhece-se a aplicação eletrostática através de *electrospinning* e *electrospraying*, técnicas modernos e eficientes para tratamento de sementes como está sendo proposto na presente invenção.

Os sistemas descritos no estado-de-arte para liberação de pesticidas têm como limitações:

1. Duração insuficiente do pesticida depois de aplicado.

2. Dificuldades de formulação, com perda de matéria-prima e alto custo por necessidade de grandes doses, causando dano ao meio ambiente.

A presente invenção está relacionada a tratamento de sementes cujo veículo é um revestimento de polímeros incorporando pesticida encapsulado em micro ou nanoescala, obtidos por *electrospinning* ou *electrospraying*, na forma de micro-nanofibras e/ou micro/nanocápsulas.

Processo de Obtenção das micro/nanofibras e micro/nanocápsulas

Técnica eletro hidrodinâmica (EHD). É uma técnica versátil que usa alta tensão, com diferenças de potenciais de até 60 kV, ou até maiores que esta, no desenvolvimento de nanofibras e/ou sprays em escala nanométrica e encapsulamento de ativos de interesse em vários tipos de indústrias. A técnica eletro hidrodinâmica, tendo como exemplos o *electrospinning* e *electrospraying*, permite o desenvolvimento de blendas poliméricas (mistura de 2 ou mais polímeros), filmes poliméricos de escala nanométrica (20 nm, por exemplo) e espessuras tão pequenas quanto 100 nm, ou menores. Permite o encapsulamento de polímeros, elastômeros e aditivação com corantes,

conservantes, cargas, bloqueadores UV ou outros aditivos em uma mesma formulação. Os aditivos em nanoscala permitem a obtenção de novos materiais com características singulares, melhor e mais efetiva distribuição de cargas, com mais resistência, tolerância ao calor ou radiação, assim como encapsulamento de fármacos e com sua liberação controlada.

As micro/nanofibras e as micro/nanocápsulas são obtidas pelo método de *electrospinning/electrospraying*. O método funciona pelo princípio eletrostático, onde são processados polímeros fundidos ou soluções de polímeros. Esses polímeros são posicionados entre eletrodos, os quais são ligados a alta tensão, da ordem de milhares de volts. A solução forma um cone (cone de Taylor) que, devido ao campo de alta tensão, colapsa sob a forma de um fio ou pulveriza-se como spray, em direção ao eletrodo oposto, onde se deposita no coletor.

Este processo origina uma fibra ou partícula de dimensões pequenas, até nanométrica, que durante um processo contínuo produz micro/nanofibras ou micro/nanocápsulas. Além da forma comum apresentada na figura ilustrativa (figura 7), podem ser aplicados anéis extratores ou agulhas coaxiais no processo. Ainda assim, a técnica funciona com os mesmos princípios. Um ou mais polímeros podem ser usados simultaneamente ou em agulhas distintas, assim como solventes e cosolventes, aquosos ou orgânicos. Uma emulsão pode substituir a solução polimérica, assim como uma dispersão. A fase oleosa pode se tratar de um óleo vegetal ou mineral, ou uma fase orgânica na forma de dois líquidos imiscíveis. Cargas minerais, como micronutrientes-cobalto, molibdênio e outros, sílica, negro-de-fumo, titânio e outros, podem ser aditivadas na matriz de micro/nanofibras ou micro/nanocápsulas. Excipientes podem ser usadas como espessantes, modificadores de viscosidade, conservantes e demais.

A cápsula pode ser observada na microscopia de transmissão eletrônica (MET) (figura 10), assim como sua forma pode ser observada na microscopia de microscopia eletrônica (MEV) (figura 8). A presença do ativo encapsulado pode ser demonstrada por uma técnica calorimétrica (TGA ou DSC) (figura 11), ou técnica do tipo HPLC, espectrofotometria de absorvância UV-Vis ou

cromatografia gasosa.

Especificamente, a presente invenção utiliza o método do *electrospinning/electrospraying* como método de obtenção do tratamento de sementes cujo veículo é um revestimento de polímeros incorporando pesticida, com ou sem micronutrientes, encapsulado em micro ou nanoescala, obtidos por *electrospinning* ou *electrospraying*, na forma de micro-nanofibras e/ou micro/nanocápsulas.

Micro-nanofibras lisas com diâmetros entre 50 nm a alguns poucos microns e partículas com diâmetros de até 10 micrômetros são obtidas pela técnica de *electrospinning/electrospraying*, dependendo da composição polimérica, distância entre agulha e coletor e voltagem aplicada, entre outros parâmetros que são do conhecimento dos versados no ramo.

Descrição das figuras

Figura 1. Sementes de soja e arroz submetidas a aplicação eletrostática de derivado de celulose + antifúngico+ corante+ inertes .

Figura 2. Resultados em percentagem de emergência de sementes de soja submetidas a recobrimento e tratamento químico. A= anfotericina B.

Figura 3. Incidência (%) de fungos patogênicos em sementes de soja (*Glycine max*) em meio de papel filtro (mata borrão).

Figura 4. Incidência (%) de frutos patogênicos em sementes de arroz irrigado (*Oryza sativa*) em meio a papel filtro (mata-borrão).

Figura 5 e 6. Ilustração do tegumento na semente de soja com recobrimento de polímero, vendo-se microcápsulas aderidas à superfície.

Figura 7. Técnica de *electrospinning* e *electrospraying*. A Figura 7 mostra o processo de *electrospinning/electrospraying*, com as seguintes partes:

A. Extremidade do Capilar. Local onde é ejetada a solução do polímero.

B. Solução de Polímero.

C. Formação de Nanofibra.

D. Aplicação de Alta Voltagem.

E. Nanofibra Coletada.

F. Coletor. Local onde é depositado o produto final.

A **Figura 8** mostra nanofibras formadas com acetato de celulose a partir do processo de *electrospinning*.

5 **Figura 9.** Nanocápsulas de poliglicolato em óleo. Microscopia óptica (600 x). As nanocápsulas são incorporadas na isca extrusada de polpa cítrica.

Figura 10. Nanocápsulas de poliglicolato em solução aquosa. Microscopia Eletrônica de transmissão (40 k, barra com medida -0,5 µm).

10 **Figura 11.** Imagem de nanocápsulas de poliglicolato com limoneno encapsulado. O pico de 50 °C consiste no ponto de ebulição do ativo encapsulado (limoneno).

Os estudos em laboratório e campo revelaram a viabilidade da técnica inovadora apresentada.

Exemplos

15 **Experimento 1:**

Teste de germinação, vigor e fitossanidade de sementes de soja (*Glycine max*) – CD 231 RR submetidas a revestimento de sementes com fungicida, anfotericina b (A). Foi realizado no laboratório de pós-colheita da UFRGS. Uma solução de 7,5 mL de derivado de celulose + solventes+ corantes +
20 micronutrientes + inertes foi aplicado por *electrospraying* em sementes de soja. As sementes tratadas com antifúngico foram submetidas a estudo de germinação, vigor e fitossanidade.

As sementes foram semeadas em Papel Germitest e colocadas no germinador previamente regulado à temperatura constante de 25° C, segundo Regras para
25 Análise de Sementes. As avaliações foram realizadas no 5º e 11º dia após a semeadura, quando foi registrado o número de plântulas.

Foi possível verificar que as sementes obtiveram índices de emergência satisfatórios quando comparado com o controle. A percentagem de germinação de sementes com polímero e tratadas com fungicida foram similares ao
30 controle. Os resultados obtidos apresentaram uma germinação entre 89,5 e 93,25% (Figuras 2 e 3), mostrando índices aceitáveis para comercialização.

Incidência de patógenos em sementes de soja (*Glycine max*) – CD 231 RR.

Experimento 2:

Sementes revestidas através de aplicação eletrostática em agitador do tipo
5 vórtex. Foi procedido ao teste de germinação em sementes de arroz (*Oryza
sativa*) irrigado BRS 7 TAIM. O teste foi realizado segundo as Regras para
Análise de Sementes – RAS, por meio da semeadura, em papel Germitest
umedecido com água. Houve um bom desempenho germinativo, demonstrado
na primeira contagem, não havendo diferença sobre a germinação entre o
10 polímero e o polímero e fungicida, e pouca diferença em relação ao controle.
Podemos afirmar que o recobrimento e o fungicida não prejudicaram a
germinação de sementes de arroz irrigado. Os resultados obtidos
apresentaram um poder germinativo entre 87 e 88%, sendo acima do nível de
aceitação para comercialização que é de 80%.

15 A seguir são apresentadas imagens em microscopia óptica da aplicação
eletrostática de microcápsulas de fungicidas em sementes de soja. As
microcápsulas são assinaladas com setas nas figuras 5 e 6.

Obteve-se com sucesso formulações de tratamento de sementes com
polímeros de fonte renovável, como derivados de celulose, tanto polímeros
20 hidrofílicos quanto hidrofóbicos, aplicados eletrostaticamente, ou não. Obteve-
se sucesso técnico da formulação também com o uso de polímeros sintéticos
como vinil e acrilatos, a partir de polimerização em emulsão e polimerização
por policondensação interfacial de poliuretanos e poliésteres alifáticos. A partir
dessa segunda técnica, desenvolveu-se uma formulação de dispersão aquosa
25 de poliuretano com sucesso. Essa formulação é feita de matérias-primas mais
fáceis de serem obtidas e é potencialmente compostável e/ou biodegradável.
Essa formulação encontra-se em testes de germinação, vigor e fitossanidade
com resultados iniciais superiores aos anteriores.

30 **Experimento 3.** Em agosto/2011, foi feito o encapsulamento de limoneno em
cápsulas de poliglicolato pela técnica da deposição interfacial, técnica de Fessi

(1998). As cápsulas foram aplicadas em meio aquoso e meio oleoso (óleo de soja e de silicone). As cápsulas geradas ficaram em torno 200 nanômetros e proporcionaram a liberação controlada de aroma (limoneno) e ação inseticida (cipermetrina emulsão concentração 250, marca comercial). Através desse experimento se provou a compatibilidade das cápsulas geradas com os dispersores, oleoso ou aquoso. Uma imagem de microscopia óptica e microscopia de transmissão (MET) (figuras 9 a 10) revelou o formato das cápsulas produzidas. O ensaio calorimétrico (DSC) mostrou pico acima de 50° C, coincidindo com o ponto de ebulição do limoneno (Figura 11).

5
10 Deve ficar evidente aos conhecedores da técnica que a presente invenção pode ser configurada de muitas outras formas específicas sem apartar-se do espírito ou do escopo da invenção. Particularmente, deve-se compreender que a invenção pode ser configurada nas formas descritas.

15 Portanto, os exemplos e configurações presentes devem ser considerados como ilustrativos e não restritivos, e a invenção não deve ser limitada aos detalhes fornecidos neste documento, mas podem ser modificados dentro do escopo e equivalência das reivindicações apresentadas.

Reivindicações

1. TRATAMENTO DE SEMENTES COM PESTICIDA ENCAPSULADO ATRAVÉS DE ELECTROSPINNING/ELECTROSPRAYING **caracterizado** pelo tratamento de sementes ser um veículo revestido com polímeros incorporando pesticida encapsulado em micro ou nanoescala, obtido por *electrospinning* ou *electrospraying*.
5
2. TRATAMENTO DE SEMENTES COM PESTICIDA ENCAPSULADO ATRAVÉS DE ELECTROSPINNING/ELECTROSPRAYING de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato do veículo que incorpora o pesticida conter matrizes de micro-nanofibras e/ou micro/nanocápsulas, obtido por *electrospinning* ou *electrospraying*.
10
3. TRATAMENTO DE SEMENTES COM PESTICIDA ENCAPSULADO ATRAVÉS DE ELECTROSPINNING/ELECTROSPRAYING de acordo com a reivindicações 1 e 2, **caracterizado** pelas matrizes de micro- nanofibras e/ou micro/nanocápsulas proporcionar a liberação controlada do pesticida.
15

Anexos

Figuras



Figura 1

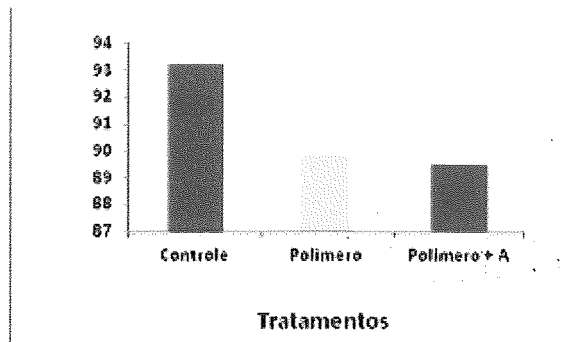


Figura 2

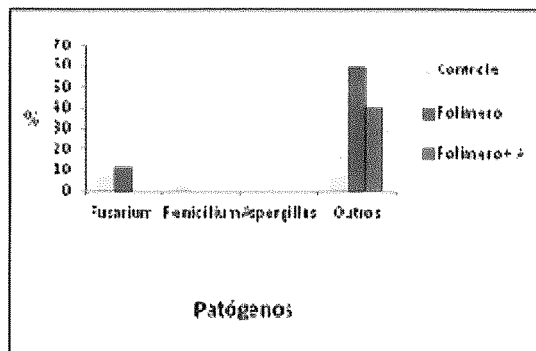


Figura 3

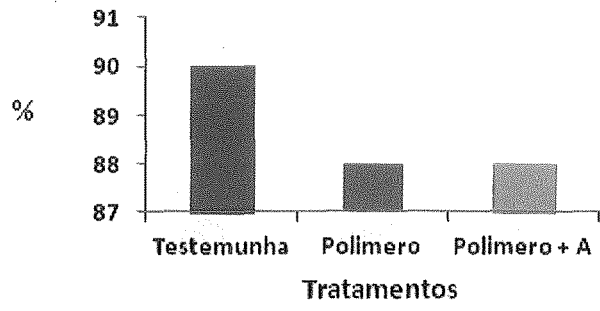


Figura 4

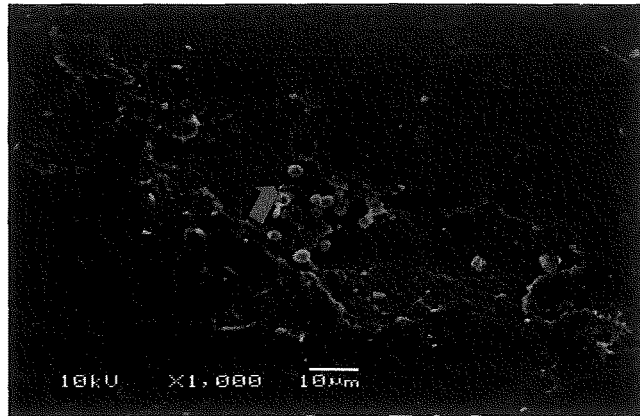


Figura 5

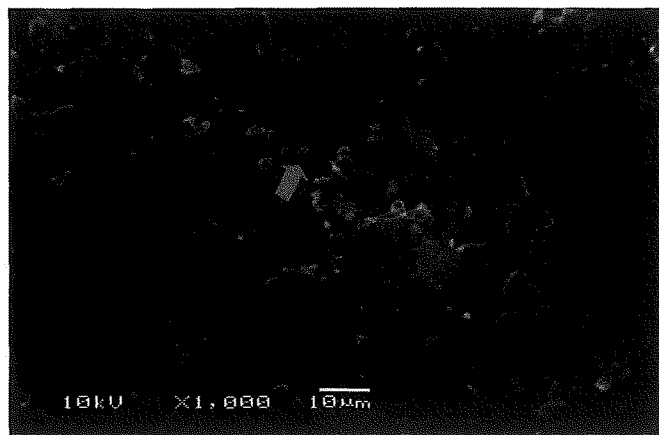


Figura 6

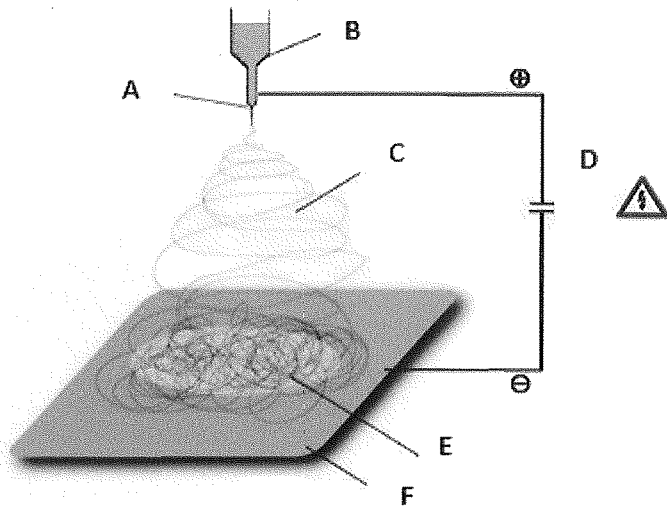


FIGURA 7

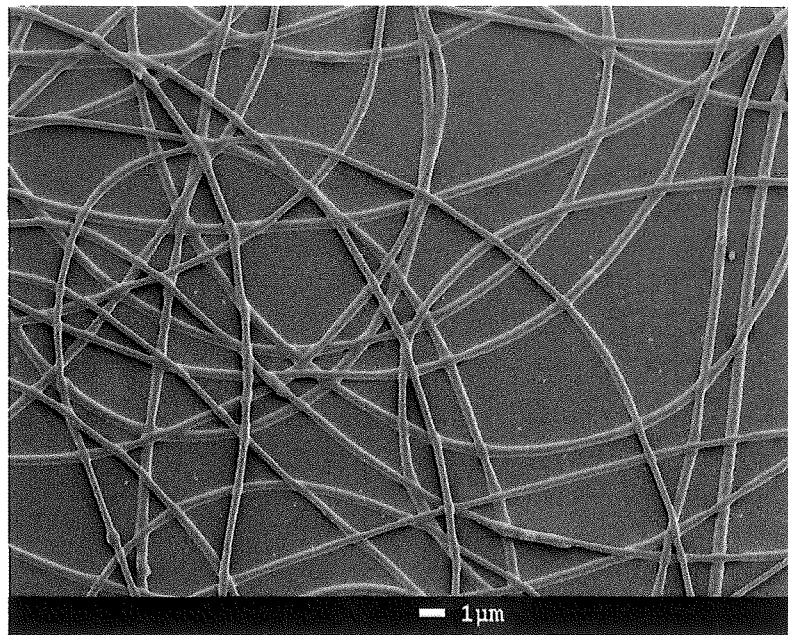


FIGURA 8

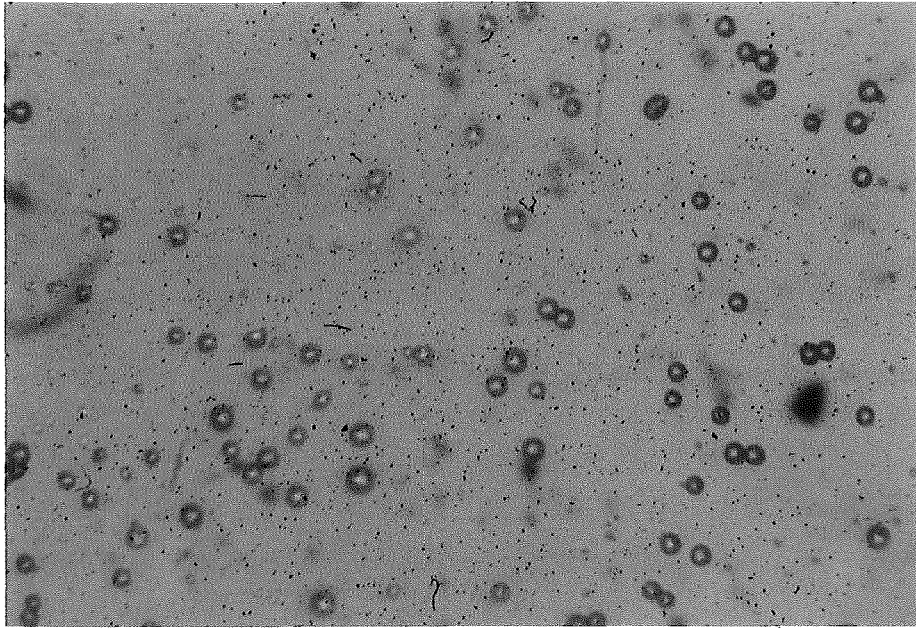


Figura 9

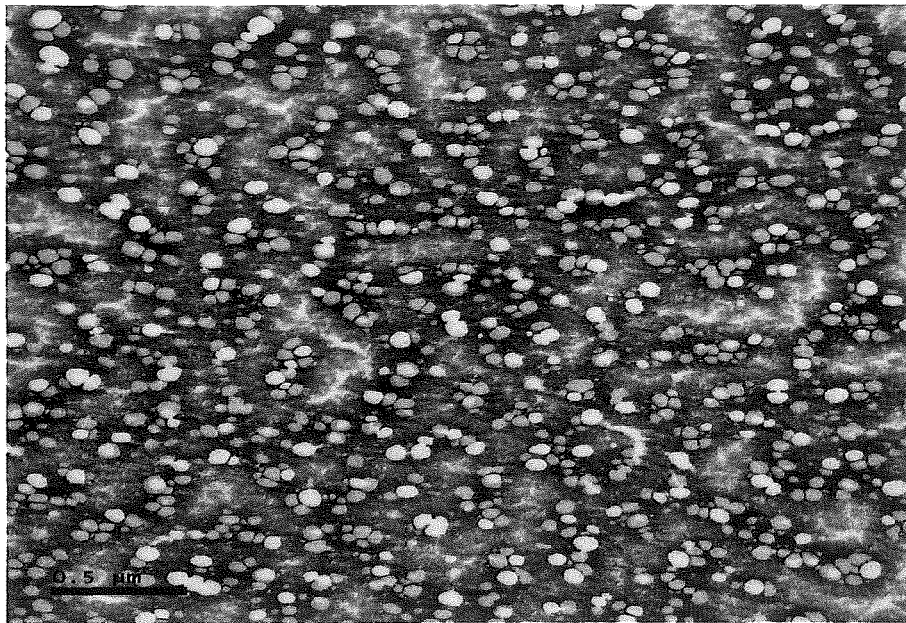


Figura 10

Sample: PCLLIM
Size: 8.1000 mg

DSC

File: C...
Operator: .
Run Date: 22-Nov-2011 15:24
Instrument: DSC Q20 V24.9 Build 121

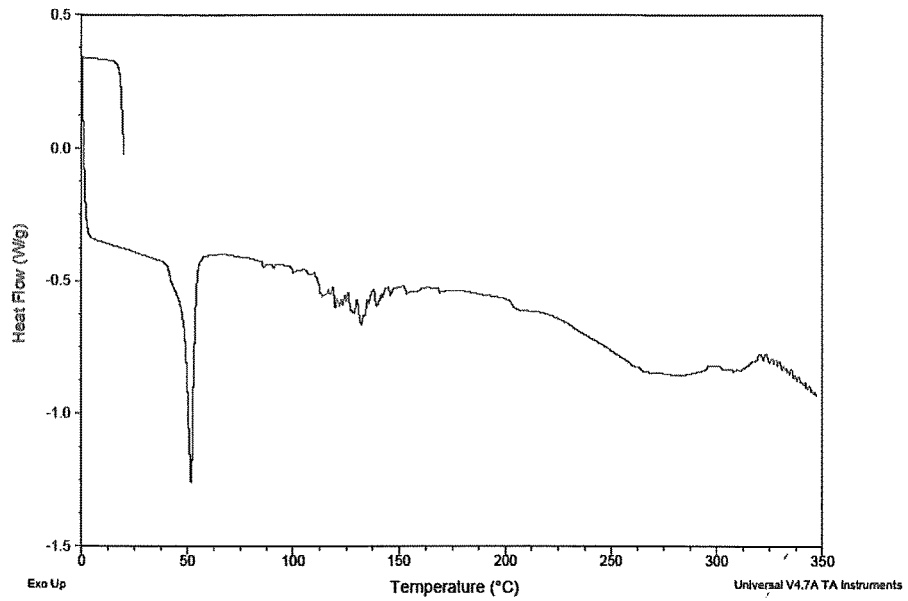


Figura 11

Resumo

TRATAMENTO DE SEMENTES COM PESTICIDA ENCAPSULADO ATRAVÉS DE
ELECTROSPINNING/ELECTROSPRAYING

5 A invenção presente relaciona-se a tratamento de sementes cujo veículo é um revestimento de polímeros incorporando pesticida encapsulado em micro ou nanoescala, obtidos por *electrospinning* ou *electrospraying*, na forma de micro-nanofibras e/ou micro/nanocápsulas.