FERDINANDO MARCOS LIMA SILVA

EFEITO HERBICIDA DE NANOEMULSÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE EUCALIPTO E CAPIM LIMÃO

Relatório de Pós-doutorado realizado na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba.

Supervisor: Prof. Dr. Leonardo Fernandes Fraceto

Sorocaba

2024

RESUMO

Os defensivos agrícolas trazem grande preocupação na questão ambiental, pois muitos destes compostos podem afetar a vida, a saúde do homem, a qualidade dos solos e das águas, entre outros problemas, pois muitos destes compostos são persistentes e/ou recalcitrantes no ambiente. Novas tecnologias que visam reduzir a contaminação ambiental e trazer mais segurança na produção de alimentos são necessárias e urgentes. Diante disso, o uso de produtos naturais, como óleos essenciais aliados à modernas tecnologias, como a nanotecnologia, podem trazer grandes benefícios para o manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas. A nanotecnologia oferece oportunidades consideráveis para o desenvolvimento de produtos inovadores, desenvolvendo novas formulações que podem aumentar a eficácia, proteger contra degradação prematura e ao mesmo tempo permitir a redução na concentração do óleo essencial para o manejo de plantas daninhas. O objetivo deste trabalho é desenvolver formulações nanoencapsuladas contendo óleos essenciais visando obter um herbicida natural para controlar plantas daninhas em ambientes agrícolas. Foram desenvolvidas duas formulações nanoencapsuladas com dois óleos essenciais (Óleo Essencial 1 – OE1 e Óleo Essencial 2 – OE2), utilizando nanocapsula de zeína com alta eficiência de encapsulamento até os 210 dias após o preparo. Ambas formulações apresentaram efeito fitotóxico em bioensaio com *Lactuca sativa* e o OE2 nanoencapsulado apresentou efeito herbicida, controlando *Amaranthus hybridus* e *Eleusine indica* em pré e pós-emergência, com eficiência estatisticamente superior ao óleo essencial que não foi nanoencapsulado. Na agricultura esses tipos de formulações podem diminuir a contaminação do meio ambiente, pois utilizam uma menor quantidade de ativo necessário para controlar pragas e plantas daninhas, além do potencial de proteção deste ativo contra a rápida degradação e volatilização.

1. INTRODUÇÃO

A Agricultura, ao longo da história, desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento das civilizações, permitindo ao homem fixar-se em regiões férteis e deixasse sua vida nômade (GEBAUER; PRICE, 1992). No final da década de 1960 e início da década de 1970, a chamada "Revolução Verde" expandiu o uso da tecnologia no campo, por meio da utilização de defensivos agrícolas e fertilizantes químicos, máquinas agrícolas, melhoramento genético de sementes, gerando aumentos significativos de produção de alimentos e permitindo o rápido crescimento da população humana (SILVA; FALCHETTI, 2011; HENRIQUES, 2009). Recentemente surgiu o conceito de Agricultura 4.0, ou agricultura digital, que emprega as tecnologias mais modernas, como robótica, agricultura de precisão, internet das coisas e outras inovações visando o uso mais eficiente de insumos, redução dos custos de mão de obra, melhorar a qualidade e segurança do trabalho e reduzir impactos ao meio ambiente (MASSRUHÁ; LEITE, 2017).

A nanotecnologia está entre as inovações que contribuirão na transformação da agricultura, já que tem provocado revolução na ciência e na tecnologia nos mais diversos setores e pelo seu grande potencial de aplicação e ao desenvolvimento tecnológico por ela ocasionado (DURÁN et al, 2006). Essa nova ciência, tem caráter multidisciplinar e está sendo aplicada nas mais diversas áreas da pesquisa científica com gigantesco potencial de aplicação tecnológico em vários setores industriais (TOMA, 2005)

O desenvolvimento de práticas limpas, não tóxicas e ambientalmente aceitáveis, que podem ser benefícios trazidos pela nanotecnologia, estão dentro da chamada Química Verde, pois na agricultura, uma de suas principais finalidades é a de prolongar o tempo de ação, reduzir a toxicidade, diminuir a quantidade de agrotóxico utilizado sem diminuição da eficácia através da liberação gradual (SOUZA, 1999). Através da diminuição da lixiviação e da proteção do ingrediente ativo contra perdas por

fotodegradação e volatilização, as nanopartículas visam amenizar os problemas apresentados pelas formulações convencionais, sendo menos tóxicos e mais eficazes por um tempo maior através do sistema de liberação gradual (SOUZA, 1999; HOFMANN et al, 2020).

A aplicação da nanotecnologia para produção de nano emulsões através da utilização de bioativos naturais, como por exemplo, os óleos essenciais, pode ser promissora para a agricultura (OLIVEIRA et al., 2018). Aliar essa tecnologia com os conhecimentos provenientes dos conceitos alelopáticos, que trata a interação positiva ou negativa entre plantas vizinhas (RICE, 1984; IMATOMI et al., 2015), poderia contribuir para a descoberta de componentes químicos que atuariam como herbicidas naturais ou bioherbicidas. Inclusive, o óleo essencial de plantas aplicado em sementes de diversas espécies agrícolas vem sendo pesquisado pelo seu possível uso como inseticida, bactericida, fungicida e bioherbicida (MIRANDA et al., 2015).

Tanto no setor de produção agrícola quanto nas diversas áreas da ciência e tecnologia, a nanotecnologia vem sendo amplamente discutido e pesquisado e com a crescente demanda por alimentos no mundo e altos investimentos no setor agrícola, a descoberta e desenvolvimento de novas tecnologias buscando produtos mais eficientes e ambientalmente seguros podem resultar em significativos avanços para a agricultura moderna.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Nanotecnologia na agricultura

A demanda mundial por alimento, decorrente do aumento da população mundial, tem incentivado o aumento da produção agrícola. Neste contexto, tem se buscado o desenvolvimento de culturas de alto rendimento, as quais demandam a utilização de

defensivos agrícolas, fertilizantes e equipamentos com tecnologia elevada (ANDREI, 2009).

A nanotecnologia oferece oportunidades consideráveis para o desenvolvimento de produtos inovadores resultantes de melhores ou novas funcionalidades de materiais e substâncias nanométricas, que também têm um relação superfície-massa muito maior em comparação com os equivalentes em massa. O aparente benefício da substituição de ingredientes ativos ou transportadores por equivalentes nanométricos também abriu as portas para a pesquisa de potenciais aplicações da nanotecnologia aos defensivos agrícols que poderiam resultar em uma redução potencial em seu uso e uma melhor capacidade para controlar a aplicação e dosagem de ingredientes ativos no campo (FAO/WHO, 2010).

Nanofertilizantes e nanopesticidas podem aumentar a eficácia e biodisponibilidade desses novos produtos, bem como diminuir a perda desses materiais para o meio ambiente (SALAMA et al., 2019). Segundo Bratovic et al. (2021), a aplicação da nanotecnologia no setor agrícola é um dos campos de mais rápido crescimento em nanopesquisa. A aplicação de nanoagroquímicos parece crucial para promover o tipo moderno de agricultura, cujas aplicações incluem: 1) nanoformulações de agroquímicos para aplicação de defensivos e fertilizantes para proteção e melhoramento de culturas; 2) a aplicação de nanosensores/ nanobiossensores na proteção de cultivos para identificação de doenças e resíduos de agroquímicos; 3) nanodispositivos para manipulação genética de plantas; 4) diagnóstico de doenças de plantas; 5) sanidade animal, criação de animais, produção avícola; e 6) manejo pós-colheita (SEKHON, 2014).

Avanços recentes nas aplicações de nanomateriais na agricultura têm atraído um interesse de pesquisa para desenvolver novos nanopesticidas. No geral, o uso de nanopesticidas pode melhorar a eficácia do defensivo agrícola, a liberação controlada e a

entrega aos patógenos visados. Consequentemente, o uso de nanopesticidas pode aumentar a produção global de alimentos, segurança e proteção (HE et al., 2019). Os pesticidas convencionais têm oferecido vários problemas em relação às suas formulações e usos, como baixa solubilidade dos ingredientes ativos (IAs) em água, não seletividade e liberação descontrolada (KAH; HOFMANN, 2014; SARLAK et al., 2014). Foi relatado que cerca de 0,1% dos pesticidas são entregues ao alvo, enquanto 99,9% ficam no ambiente circundante (PIMENTEL, 1995; ÖZKARA et al., 2016). Essa baixa eficiência de entrega resulta em vários efeitos perigosos, como poluição da água e do solo, aumento de pragas, resistência a patógenos e perda de biodiversidade.

A encapsulação do fungicida zineb (zinco etileno bis-ditiocarbamato) em nanotubos de carbono (material híbrido CNT-g-PCA com 20-40 nm) resultou em um nanopesticida solúvel em água, mais eficaz do que o zineb para reduzir o crescimento do (*Alternaria alternata*) (SARLAK et al., 2014).

Kumar et al. (2015) observou que a nano formulação do inseticida acetamiprid foi superior à formulação comercial em termos de liberação controlada, o que pode ser útil na redução da dose aplicada do defensivo agrícola.

Em outro estudo (XIANG et al., 2017), o herbicida glyphosate foi incorporado em um nanocarreador magnético de micro-nano poros de diatomita/Fe_3O_4, promovendo alta mortalidade de grama-seda (*Cynodon dactylon*). Maruyama et al. (2016) avaliaram um nanopesticida à base de quitosana como carreadores, demonstraram que os herbicidas encapsulados foram mais eficazes para reduzir o crescimento de *Bidens pilosa* do que a forma livre de imidazolinona, pois o herbicida foi liberado mais lentamente, possibilitando o uso de dosagens mais baixas . Outra vantagem foi que os resultados dos ensaios de citotoxicidade indicaram baixa toxicidade e genotoxicidade ao nanopesticida. Além disso, a inibição do crescimento em plantas de *B. Pilosa* pode ser alcançada pela

nanoencapsulação de atrazina, o nanopesticida demonstrou atividade herbicida pré e pós-emergente mais eficiente, levando a taxas de mortalidade muito altas com doses mais baixas das plantas de *B. pilosa* (SOUSA et al., 2018; PREISLER et al. 2020).

O uso contínuo de defensivos agrícolas químicos e a corrida evolutiva resultam em populações de pragas e plantas daninhas mais tolerantes, criando um círculo vicioso onde as doses de agrotóxicos precisam ser incrementadas resultando em maiores riscos ambientais e à saúde. No entanto, estratégias alternativas são necessárias para promover a proteção sustentável das culturas, como a combinação de diferentes práticas (Manejo Integrado de Pragas – MIP), superando as deficiências das práticas individuais (CHANDLER et al., 2011). Além disso, a nanotecnologia na agricultura (especialmente para nanopesticidas) surge como uma nova ferramenta para melhorar a produtividade das culturas (SANTIAGO et al., 2020).

2.2 Óleos essenciais

Os defensivos agrícolas ou agrotóxicos são produtos utilizados nas plantações para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas. Apesar de serem eficientes, sua ação sobre os organismos não-alvo, a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, contaminação de trabalhadores, os resíduos deixados nos alimentos e a emergência de populações resistentes, têm motivado o desenvolvimento de meios alternativos de controle (MELO; AZEVEDO, 1998).

Os produtos naturais têm sido a fonte de muitos defensivos agrícolas, usados diretamente como extratos brutos ou como compostos puros. Em vez de serem usados diretamente, eles têm sido usados com mais frequência como guias estruturais para a descoberta e desenvolvimento de defensivos à base de produtos naturais. Há diversos

exemplos de uso de produtos naturais como fungicidas, inseticidas, herbicidas e outros pesticidas (PACHLATKO, 1998).

De acordo com Duke et al. (2002), a justificativa para produtos naturais em uma estratégia de descoberta de herbicidas tem vários componentes díspares. A natureza está repleta de materiais e compostos bioativos com propriedades inexploradas. Muitas das centenas de milhares de produtos secundários gerados por plantas, micróbios e animais são o resultado da coevolução do organismo produtor com as pragas. Assim, os compostos têm atividade biológica. Às vezes, a função do composto na natureza é como uma fitotoxina, como as fitotoxinas produzidas por patógenos de plantas ou aleloquímicos produzidos por plantas alelopáticas. No entanto, muitas vezes os biocidas com uma função específica na natureza podem ser usados para fins bastante diferentes, como acontece com muitos produtos farmacêuticos à base de produtos naturais. Em suma, a atividade biológica é mais certa com compostos secundários da natureza do que com compostos sintetizados aleatoriamente.

O Brasil tem lugar de destaque na produção de óleos essenciais e, ao lado da Índia, China e Indonésia, é considerado um dos quatro grandes produtores mundiais. A posição do Brasil deve-se, basicamente, aos óleos essenciais cítricos, obtidos como subprodutos da indústria de sucos. O Brasil produz e exporta por ordem de importância óleos de laranja, limão, eucalipto, pau-rosa, lima e capim-limão entre outros (FERRAZ et al., 2009).

O uso de óleos essenciais para controle de plantas daninhas na agricultura orgânica parece promissor, mas todos esses herbicidas naturais agem muito rapidamente e sua eficácia é limitada em parte pelo fato de volatilizarem relativamente rápido e serem sensíveis à fotólise. Formulações alternativas, como microencapsulação e adição de fotoprotetores naturais, estão sendo desenvolvidas para reduzir as quantidades aplicadas

e aumentar a duração de sua eficácia, reduzindo sua volatilização e fotólise e simplificando o manuseio do material (DAYAN; DUKE, 2010).

Óleos essenciais apresentam um grande volume de metabólitos secundários extremamente heterogêneos, multiformes tanto em termos de vias biossintéticas, estruturas químicas ou grupos funcionais. Além disso, dferentes compostos químicos são conhecidos ainda dentro de uma única espécie botânica. A extrema plasticidade de sua composição química é o resultado evolutivo convergente de uma série de estímulos, concorrendo de forma sinérgica para a modulação de um grande número de variáveis. Dadas as suas múltiplas funções, os óleos essenciais representam um paradigma da quimiodiversidade e podem ser considerados como um dos exemplos mais marcantes da versatilidade dos sistemas biológicos (BAKKALI et al., 2008). De acordo com Campolo et al. (2020), os óleos essenciais são misturas complexas de substâncias lipofílicas e voláteis compostas principalmente por compostos monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanóides. Eles desempenham um papel essencial na defesa das plantas e sua interação com o meio ambiente.

Dentre as diversas aplicações da nanotecnologia na agricultura, uma alternativa crescente é a nanodispersão de ativos vegetais em substituição aos agrotóxicos sintéticos, que podem ser muito tóxicos e afetarem negativamente o ecossistema local, causando enormes danos ao meio ambiente e à saúde humana. Portanto, os óleos essenciais tornaram-se um dos derivados vegetais mais estudados para a prospecção de novos agrotóxicos de origem natural, tendo ampla utilização na preparação de produtos tecnológicos nanoestruturados para aplicação no setor agropecuário (CHAUDHARI et al., 2021; GAHUKAR; DAS, 2020).

O uso de produtos naturais como compostos bioativos principalmente contra insetos pragas tem ganhado nova vertente de pesquisa, aliada ao sistema de liberação

gradual. Da-Costa et al. (2014) encapsularam o óleo de neem obtendo maior estabilidade térmica e fotoproteção, além de melhorar seu desempenho biológico pela entrega otimizada ao sítio ativo específico. Paula et al. (2010) encapsulando o óleo de *Lippia sidoides* com quitosana e goma de caju obtiveram um perfil de liberação *in vitro* da substância bioativa mais lenta, potencializando e prolongando o efeito do óleo essencial.

2.2.1 Óleo essencial de capim limão (*Cymbopogon citratus*)

O óleo de capim-limão, obtido da planta *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf e outras espécies, tem um valor significativo devido ao seu uso comum na indústria de perfumes (como aromas e fragrâncias), na indústria cosmética (como sabões e detergentes) e na indústria farmacêutica. *C. citratus* é uma gramínea aromática perene tropical, com rizomas e raízes densas e fibrosa, pertencente à família Poaceae. Esta planta é amplamente utilizada na medicina tradicional em muitos países do mundo, devido às suas propriedades relacionadas com a sua eficácia como antibacteriano e antifúngico (REVANTHI et al., 2012). Independente da origem da planta, o composto predominante (30 – 94%) obtido do óleo essencial de capim limão é o citral, que é uma mistura dos aldeídos neral e geranial, geralmente com predominância do último (NEGRELLE; GOMES, 2007)

Almarie et al. 2016 observaram que o óleo essencial de *C. citratus* apresentou forte potencial alelopático contra diferentes espécies de plantas daninhas e potêncial bioherbicida. Foi reportado por Dudai et al. (1999) o efeito de inibição da germinação de sementes de trigo (*Triticum aestivum*), *Brassica nigra* e *Amaranthus palmeri*. Em outro trabalho (POONPAIBOONPIPAT et al., 2013) em aplicação em pós-emergência de *Echinocloa crus-galli* o óleo essencial de *C. citratus* causou murcha e sintomas de dessecação uma hora após a aplicação. Neste trabalho os autores indicaram que o óleo

essencial interferiu no metabolismo fotossintético, reduzindo a quantidade de carotenóides e clorofila a e b nas folhas que receberam a aplicação. Também houve vazamento de eletrólitos, indicando o rompimento da integridade da membrana.

O óleo essencial de *C. citratus* ou *C. flexuosus*, também é comercializado como herbicida orgânico. Comercialmente vendido nos Estados Unidos em formulação com 50% de óleo de capim-limão, o óleo deve ser diluído para 7-15% antes da aplicação (DAYAN; DUKE, 2010). Seu modo de ação envolve a ruptura da polimerização dos microtúbulos vegetais (CHAIMOVITSH et al., 2010).

2.2.2 Óleo essencial de eucalipto (*Eucalyptus citriodora*)

Espécies de eucalipto (família Myrtaceae) são bem conhecidas por seus óleos essenciais. Dentre eles, o eucalipto aromatizado com limão (*Eucalyptus citriodora* Hook.). Além disso, estes foram relatados como sendo fitotóxicos por natureza, suprimindo a germinação e o crescimento de plantas cultivadas (KOHLI, 1990).

Entre os compostos presentes no óleo essêncial de folhas de *E. citriodora*, destaca-se o monoterpeno citronelal, cujo teor varia de 62 – 92% (VIEIRA, 2004; TOMAZ et al., 2014, OOTANI et al., 2011; BRITO, 2007; ESTANISLAU et al., 2001) e esta variação pode ser função da sazonalidade, condições edafoclimáticas e população das plantas.

Singh et al. (2005) observaram o efeito do óleo de *E. citriodora* na germinação de sementes de *Parthenium hysterophorus*, sendo que na concentração de 5 nL mL^{-1} do óleo de eucalipto, nenhuma das sementes germinaram. O desenvolvimento das mudas, conteúdo de clorofila e atividade respiratória do *P. hysterophorus* foi reduzida com o aumento da concentração do óleo. Neste mesmo estudo, em aplicação em pós-emergência do óleo de eucalipto sobre plantas maduras de *P. hysterophorus*, houve resposta positiva com o aumento da dose do óleo na redução do conteúdo de clorofila e atividade

respiratória e em doses a partir de 75 μL mL^{-1} as plantas morreram. O mecanismo pelo qual os óleos voláteis de eucalipto afetam o conteúdo de clorofila do Partênio não é conhecido. No entanto, a diminuição substancial no teor de clorofila provavelmente afetará a eficiência fotossintética das plantas.

Polova e Vicherkova (1986) e Vicherkova e Polova (1986) observaram que os óleos de eucalipto alteram a difusibilidade foliar, a taxa de transpiração e a abertura estomática em plantas-teste, podendo também afetar a fotossíntese. Além disso, há relatos de que os monoterpenos como cineol, citronelol, citronelal e linalol, que são os constituintes dos óleos de eucalipto, afetam a fotossíntese reduzindo o teor de clorofila (ROMAGNI et al., 2000; SINGH et al., 2002).

2.3 Revisão de patentes no tema

O detalhamento das patentes encontradas no WIPO (World Intellectual Property Organization, 2022) com os termos *Eucalyptus citriodora*, *Cymbopogon citratus*, nano formulações e pesticidas, estão apresentados no apêndice (Apêndice A – Patentes) e demonstram que a maioria das citações são de pedidos de patentes e apenas duas de patentes concedidas.

Das patentes concedidas, uma é relacionada ao óleo de eucalipto na composição de repelente de mosquitos e a segunda é de uma composição de pesticida com capim limão para o controle de ácaro vermelho em aves. Em ambas as patentes concedidas, nenhuma está relacionada à nanotecnologia.

Os pedidos de patente relacionados à nanotecnologia com os óleos essenciais deste estudo são todos de origem chinesa, e com usos diversos, como revestimento para válvulas, hidrogel com propriedade antibacteriana, tinta de piso, materiais antibacterianos e conservantes de alimentos, repelente de mosquito, travesseiro e cera automotiva com

efeito repelente de mosquitos. Apenas um pedido de patente tem relação com defensivos agrícolas, sendo este um pesticida não tóxico, contendo o óleo essencial de eucalipto citriodora com nano íons de prata em pó, e outros componentes, visando a esterilização e desinsetização de cultivos.

Na busca de pedidos de patente dos óleos essenciais estudados e pesticidas, os resultados com capim limão são de inseticidas e pesticidas a base de plantas, sem alvos específicos, um agente de controle de doenças e pragas do chá e um fertilizante foliar para uma frutífera do gênero Malus. Os resultados com óleo essencial de eucalipto são de pesticidas biológicos sem alvo específico, de uma sinergia entre diferentes extratos e óleos de plantas, uso de óleos essenciais que alivia a coceira e repele mosquitos, incenso repelente de mosquitos, desinfetante ecológico para folhas de chá e um fertilizante orgânico.

3. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma formulação nanoencapsulada de zeína contendo óleos essenciais visando obter um herbicida natural para controlar plantas daninhas em ambientes agrícolas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Preparação das nanopartículas de zeína

As nanopartículas de zeína foram obtidas usando o método de precipitação antissolvente descrito por Hu et al. (2014). Primeiramente, uma solução de zeína (2% p/v) foi preparada em uma solução hidroetanólica (85%, v/v), com agitação durante a noite. A solução foi centrifugada a 4500 rpm por 30 min, seguida de tratamento térmico a 75ºC por 30 min e filtrada através de uma membrana de 0,45 μm (Millipore). Para o

carregamento das nanopartículas de zeína com os óleos essenciais, 300 mg de cada composto (Os produtos estão em processo de submissão para possível patente e por isso os compostos serão identificados como Óleo Essencial 1 – OE1 e Óleo Essencial 2 – OE2) foram adicionados à solução de zeína separadamente. Uma solução aquosa a 2% (p/v) de Pluronic F-68 foi preparada e ajustada para pH 4. A solução de zeína foi rapidamente injetada na solução de surfactante, sob agitação vigorosa (15.000 rpm) em ultraturrax por 5 minutos. O solvente foi eliminado com o auxílio de um evaporador rotativo. A concentração final de cada óleo essencial nas formulações foi de 10 mg/mL.

4.2 Caracterização físico-química das nanopartículas de zeína

A distribuição do tamanho das nanopartículas e o índice de polidispersidade foram medidos pela técnica de dispersão dinâmica de luz (DLS). O potencial zeta foi determinado pelo método de micro eletroforese. Para ambas as técnicas, a formulação de nanopartículas foi diluída 100 vezes em água deionizada e analisada usando um sistema ZetaSizer Nano ZS90 (Malvern Instruments, Reino Unido) em um ângulo fixo de 90° e 25°C. Cada resultado foi expresso como a média de três determinações. As estabilidades das formulações foram avaliadas usando medições em intervalos de tempo pré-determinados (após 0, 15, 30, 60, 90, 150 e 210 dias).

4.3 Determinação da eficiência da encapsulação

A eficiência de encapsulação dos óleos essenciais nas nanocápsulas de zeína foram quantificadas pelo método de ultrafiltração/centrifugação, com análise em espectrofotômetro UV-Vis (Cary 50, Varian). As amostras foram centrifugadas usando ultrafiltro de celulose regenerada Microcon 10 kDa (Millipore), que permitiram apenas a passagem do óleo não encapsulado (ROGERIO, C.B., 2022).

4.4 Bioensaio com *Lactuca sativa*

As formulações nanoencapsuladas dos óleos essênciais, foram testadas em bioensaio de alface (*Lactuca sativa*) de acordo com (DAYAN et al., 2000) e comparadas com soluções preparadas com água e com os óleos essenciais e o surfactante Tween 80, cada um na concentração de 10 mg/mL.

As formulações nanoencapsuladas dos óleos essênciais, bem como as soluções dos óleos essenciais com surfactante apenas foram testadas em bioensaio de alface (*Lactuca sativa*) de acordo com (DAYAN et al., 2000) para avaliar a fitotoxicidade em comparação com o óleo essencial. Foram utilizadas 10 sementes de *L. sativa* que foram colocados sobre papel filtro em cada poço de uma placa de 24 poços (Kasvi – placa para cultivo de células). As amostras das formulações foram dissolvidas em água destilada deionizada, para obter soluções de estoque, que serão então testadas em concentrações de 0; 100; 500 e 1000 ppm que serão testadas no volume de 225 µl em cada poço. As placas foram cobertas, seladas com parafilme e incubadas a 26 °C em câmara de crescimento. A fitotoxicidade foi avaliada qualitativamente comparando visualmente a germinação das sementes e o crescimento das plântulas em cada poço após 7 dias após aplicação (DAA). A fitotoxicidade será estimada usando uma escala de classificação percentual de 0 – 100%, onde 0% = sem efeito (sementes germinadas e sem sintomas de anomalias ou redução de porte) e 100% = sem germinação das sementes.

4.8 Ensaios em casa de vegetação

Foram realizados dois experimentos (pré e pós-emergência) com o objetivo de avaliar o efeito das nanoformulações, bem como as soluções dos óleos essenciais com surfactante apenas no controle de duas espécies de plantas daninhas (*Eleusine indica* e

Amaranthus hybridus) e o controle avaliado com notas visuais, usando uma escala de classificação percentual de 0 – 100%, onde 0% = sem efeito e 100% = morte das plantas ou sem emergência das sementes.

Os experimentos foram conduzidos em vasos de 0,1 L de capacidade, sendo usado como substrato um Latossolo Vermelho distrófico (LVd), textura média, em estufa de crescimento de plantas.

A pulverização dos produtos será realizada por meio de um pulverizador costal pressurizado por CO_2 com barra de pulverização constituída por quatro pontas de pulverização XR 11002 VS, espaçadas de 0,5 m e posicionadas a 0,5 m de altura em relação à superfície das unidades experimentais e com volume de calda correspondente à 150 L ha^{-1} e pressão constante de 2,0 bar.

4.9 Análise dos dados

Todos os experimentos foram realizados em triplicata e os resultados apresentados como média e desvio padrão. Os dados foram analisados aplicando-se o teste F na análise de variância, a fim de detectar a significância da interação. Quando significativos, os níveis do fator doses foram analisados com emprego de regressão não-linear do tipo logístico, usando o programa de ajuste de curva científica SigmaPlot v.12.0. A variável controle será ajustada ao modelo proposto por Streibig (1988):

$$y = \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^b}$$

Onde y = porcentagem de controle; x = dose do herbicida; e a, x_0 e b = parâmetros da curva, de modo que a é a diferença entre o ponto máximo e mínimo da curva, x_0 é a dose que proporciona 50% de resposta da variável e b é a declividade da curva.

O modelo logístico apresenta vantagens, uma vez que um dos termos integrantes da equação é uma estimativa do valor de C_{50} (*control by* 50%) e o GR_{50} (*growth reduction by* 50%) que são as doses do herbicida que proporcionam 50% de controle ou de redução de massa da planta daninha, respectivamente (CHRISTOFFOLETI, 2002).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização físico-química das nanopartículas de zeína

As propriedades físico-química das nanopartículas, como tamanho e potencial Zeta são parâmetros importantes que podem influenciar na absorção e translocação das partículas pelas plantas.

A caracterização e estabilidade das partículas de zeína contendo o Óleo Essencial 1 foram avaliadas até os 210 dias e apresentadas na Figura 1.

O diâmetro médio se manteve estável, com pequenas variações até os 90 dias, mas nas avaliações aos 150 e 210 dias foi observado um significativo aumento no diâmetro das partículas, mas até os 150 dias as nanopartículas apresentaram diâmetro médio menor que 200 nm.

O índice de polidispersão apresentou valores entre 0,2 e 0,3 até os 150 dias e aos 210 apresentou aumento significativo no índice, subindo para 0,43, mas estão dentro da faixa de valores para matrizes de origem natural, como zeína, quitosana e outros (ABREU et al., 2012; BILIA et al., 2014; ROSA et al., 2015)

O potencial Zeta foi positivo mas não apresentou estabilidade ao longo do período de avaliação, demonstrando redução significativa em todas as avaliações, com exceção da avaliação aos 90 dias, comparando-se com a avaliação inicial.

A condutividade apresentou estabilidade na maioria das avaliações, sem diferir estatisticamente avaliação inicial, que foi de 0,017 mS/cm, com exceção da avaliação aos

90 dias, que apresentou incremento significativo neste parâmetro, alcançando 0,037 mS/cm.

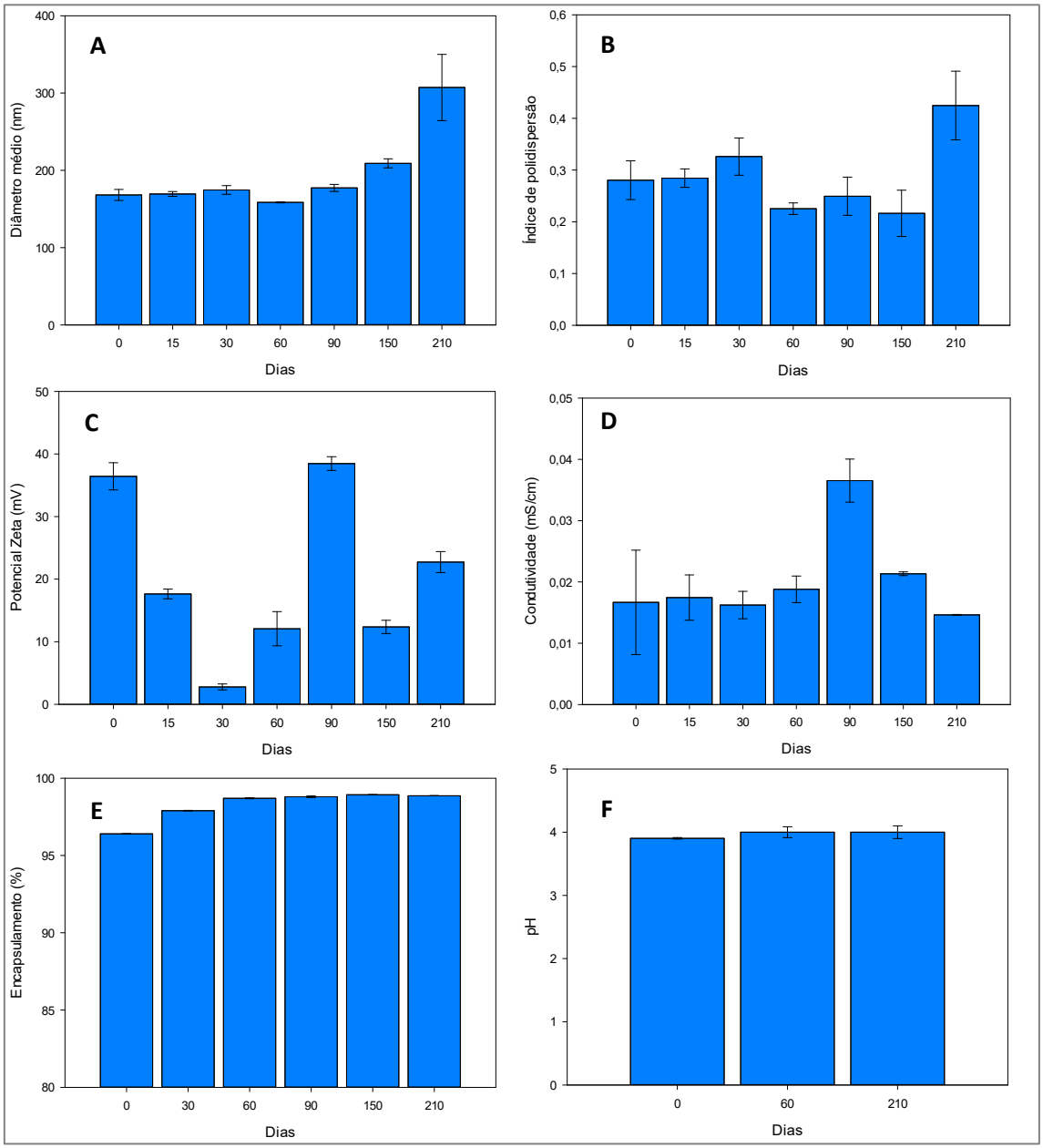


Figura 1. Caracterização das nanopartículas de zeína contendo o Óleo Essencial 1: A- Diâmetro médio usando a dispersão dinâmica de luz (DLS); B- Índice de polidispersão; C- Potencial Zeta (mV); D- Condutívidade (mS/cm); E- Encapsulamento (%); F- pH da formulação das nanopartículas.

Um importante parâmetro na avaliação da estabilidade da nanoformulação é a determinação da eficiência de encapsulamento, cuja avaliação inicial apresentou alta

eficiência (>90%) de encapsulamento pela nanocapsula de zeína, e com incrementos significativos até os 60 dias, atingindo 98,7% e, então, demonstrando estabilidade, até a avaliação final aos 210 dias. Alta eficiência de encapsulamento de óleos essenciais in nanopartículas de zeína foram também encontradas por Zhang et al. (2014), que alcançou encapsulamento acima de 80 % do tinol em nanopartículas de zeína e também por Oliveira et al. (2018), que conseguiu eficiências de encapsulamento acima de 90% para gerânio e R-citronelal, também com nanocapsulas de zeína.

O último parâmetro avaliado foi o pH, que ficou ao redor de 4,0, sem variar estatisticamente até o final do estudo, aos 210 dias.

Na Figura 2 estão apresentadas as avaliações de caracterização e estabilidade das partículas de zeína contendo o Óleo Essencial 2 até os 210 dias. E, assim como ocorreu com o Óleo anterior, o tamanho médio das partículas mensuradas pelo DLS se mantiveram menores que 200 nm até os 150 dias que demonstram estar de acordo com outros estudos prévios (CHEN et al., 2014; CHEN et al., 2015), e boa estabilidade ao longo do tempo.

Apesar de um aumento significativo no índice de polidispersão aos 15 dias, em comparação com a avaliação no dia zero, as demais avaliações até os 150 dias se mantiveram estáveis, sem diferença estatística. Mas em todas as avaliações, o índice se manteve entre 0,14 e 0,21.

Houve redução significativa da avaliação inicial do potencial Zeta para as demais, em comparação com a avaliação inicial, com valores que variaram de 19,1 até 38,0 mV. Para Mora-Huertas et al. (2010) o potencial Zeta das nanopartículas vai depeder do pH do meio e da natureza química do polímero e do agente estabilizador.

A condutividade apresentou pequenas variações, entre 0,014 e 0,028 mS/cm, mas com diferenças significativas em relação à avaliação zero nos períodos de 15, 60, 90 e 150 dias.

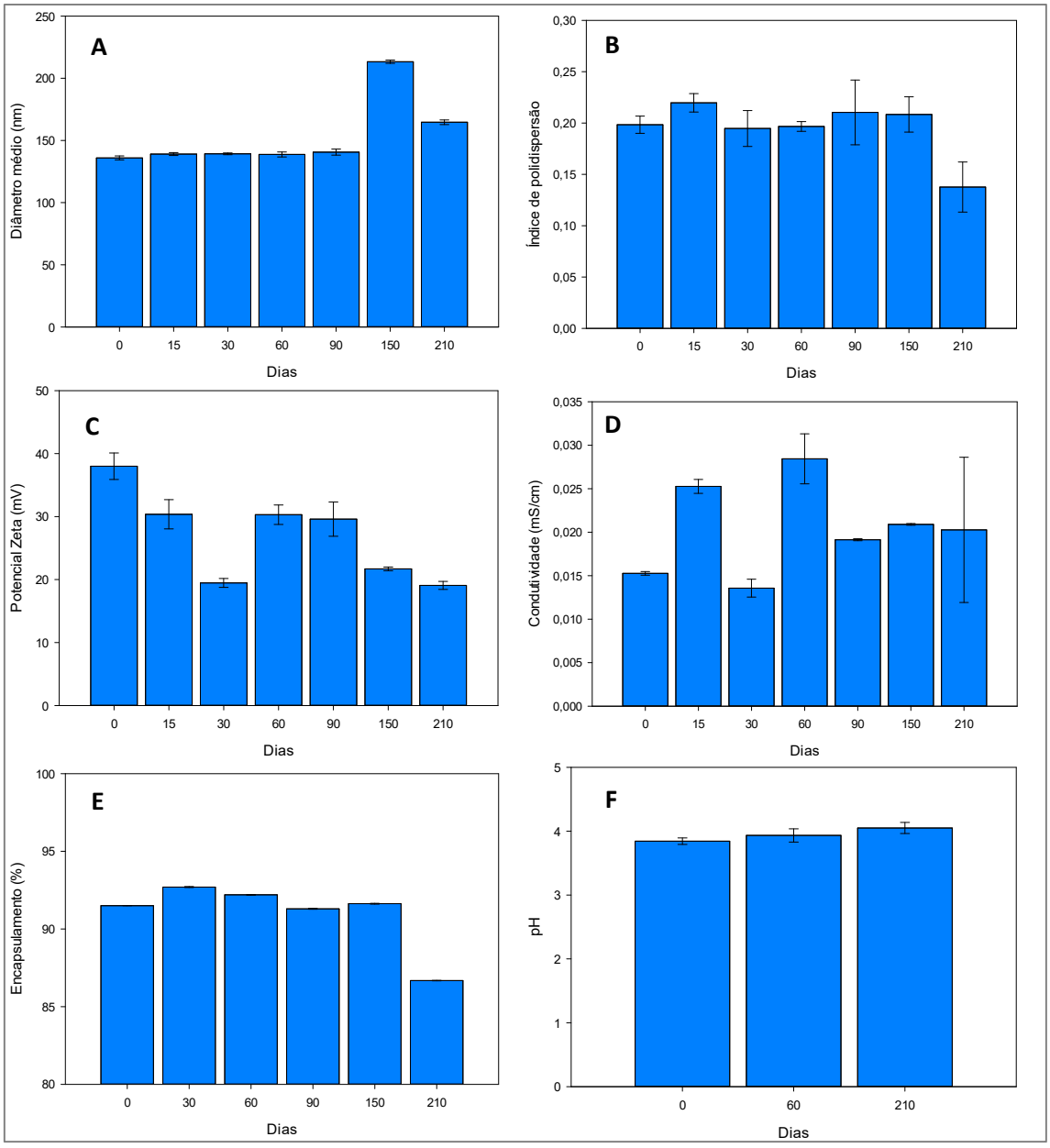


Figura 2. Caracterização das nanopartículas de zeína contendo o Óleo Essencial 2: A- Diâmetro médio usando a dispersão dinâmica de luz (DLS); B- Índice de polidispersão; C- Potencial Zeta (mV); D- Condutívidade (mS/cm); E- Encapsulamento (%); F- pH da formulação das nanopartículas.

Na avaliação de encapsulamento, esta apresentou pequenas diferenças em relação à avaliação inicial, com variações entre 91,3 e 92,7 até aos 150 dias, apenas na última avaliação, aos 210 dias, ocorreu uma redução significativa, para 86,7%, provavelmente devido a perdas por volatilização e degradação das partículas, com consequente liberação do óleo essencial no ambiente. O mesmo comportamento foi observado por Oliveira et al. (2018), com redução significativa na eficiência de encapsulamento após longos períodos (90 e 120 dias) das nanocapsulas de zeína contendo gerânio e R-citronelal.

Chuacharoen e Sabliov (2016) prepararam nanopartículas de zeína contendo luteína, estabilizadas com Pluronic F-127, e luteína emulsionada com este surfactante. Após 30 dias de armazenamento (a 25 °C), a solução de luteína emulsionada com Pluronic F-127 reteve apenas 20% da quantidade original dos AIs, enquanto 54% foi retida na presença das nanopartículas. Esses resultados fornecem suporte adicional para o efeito protetor fornecido pelo encapsulamento dos óleos essencias em nanopartículas de zeína. Os resultados estavam de acordo com estudos anteriores (CHEN et al., 2014; CHEN et al., 2015; ROSA et al., 2015; CHUACHAROEN; SABLIOV, 2016; CHANG et al., 2017a, 2017b; WANG; ZHANG, 2017) e demonstraram que as nanopartículas de zeína possuíam características satisfatórias para o encapsulamento de IAs hidrofóbicos, como os óleos essenciais.

Assim como ocorreu com o óleo anterior, o pH da nanoformulação foi bastante estável, com pequena variação, mas estatisticamente significativa, entre a avaliação inicial e a final, respectivamente 3,84 e 4,05.

5.2 Bioensaio com *Lactuca sativa*

No bioensaio com *Lactuca sativa*, pode-se observar que ambos óleos essenciais (1 e 2) nas formulações nanoencapsuladas apresentaram maior fitotoxicidade do que as

soluções com os óleos essenciais em mistura com surfactante apenas na avaliação aos 7 DAA.

A formulação nanoencapsulada do Óleo Esencial um apresentou 100% de fitotoxidade sobre as plântulas de alface na concentração de 500 ppm, enquanto que na mesma dose a solução do óleo com surfactante apresentou fitotoxicidade de 15,0%. Óleos essenciais podem agir de duas maneiras distintas: através da síntese de enzimas inibidoras de auxina ou interrompendo a ação desse hormônio (DEPUYDT; HARDTKE, 2011), restringindo as funções de enzimas que atuam na parede celular (RECHENMANN, 2010).

O Óleo Essencial 2, na formulação nanoencapsulada apresentou fitotoxicidade de 76,7 e 100% nas doses de 100 e 500 ppm, e 6,7 e 18,3%, respectivamente nas mesmas concentrações, para a solução do mesmo óleo com o surfactante.

Tabela 1. Fitotoxicidade das plântulas de *Lactuca sativa* aos 7 DAA.

Dose	Óleo Essencial 1		Óleo Essencial 2	
	Nanoencapsulado	Óleo Essencial	Nanoencapsulado	Óleo Essencial
0 ppm	0,0 d	0,0 b	0,0 d	0,0 c
50 ppm	36,7 c	0,0 b	46,7 c	0,0 c
100 ppm	55,0 b	3,3 b	76,7 b	6,7 b
500 ppm	100,0 a	15,0 a	100,0 a	18,3 a
CV%	6,7	42,9	3,0	15,6

Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

Os parâmetros das regressões e níveis de significância do modelo Logístico para os dados de fitotoxicidade de *Lactuca sativa* com doses crescentes das formulações Nanoencapsuladas com os Óleos Essenciais 1 e 2 estão apresentados na Tabela 2 e apresentaram alto ajuste com coeficientes de determinação acima de 0,99. Dentre os parâmetros, observa-se também o GR_{50}, que é a dose necessária para proporcionar 50% de fitotoxicidade ou redução de crescimento, representado pelo parâmetro x_0 na equação de regressão.

Tabela 2. Parâmetros das equações de regressão para análise da fitotoxicidade das plântulas de *Lactuca sativa* aos 7 DAA.

Formulação Nanoencapsulada	Parâmetros da regressão			R^2	F
	a	*b*	x_0		
Óleo Essencial 1	135,38	-0,88	153,79	0,9963	600,02**
Óleo Essencial 2	101,65	-1,85	54,62	0,9980	2262,38**

**Significativo a 1% de probabilidade

A formulação Nanoencapsulada do Óleo Essencial 1, cuja curva de regressão encontra-se na Figura 3, imagem A, apresentou alto ajuste com coeficiente de determinação de 0,9963 e GR_{50} de 153,79 ppm (Tabela 2), ou seja, esta é a dose necessária para promover 50% de fitotoxicidade nas plântulas de alface pela formulação. Óleos essenciais contém aleloquímicos que inibem germinação de sementes e podem ser usados para inibir germinação de plantas daninhas (DUDAI et al. 1999)

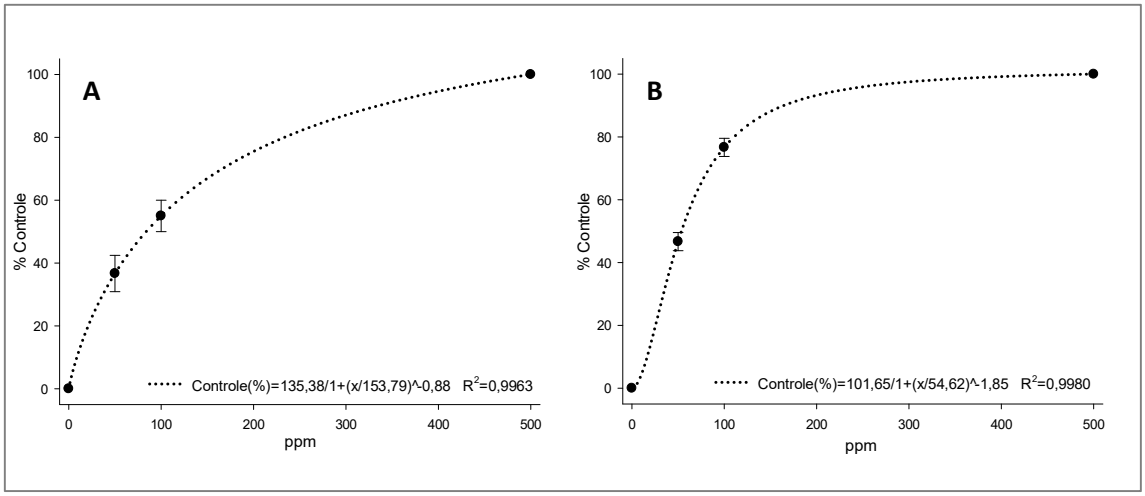


Figura 3. Curvas representando a fitotoxicidade das plântulas de *Lactuca sativa* aos 7 DAA do Óleo Essencial Nanoencapsulado 1 (A) e do Óleo Essencial Nanoencapsulado 2 (B), ambos nas doses de 0, 50, 100 e 500 ppm.

A curva de regressão do Óleo Essencial 2, em sua formulação nanoencapsulada, apresentada na Figura 3, imagem B, também apresentou alto ajuste do coeficiente de

determinação (0,9980) de regressão e GR_{50} de 54,62 ppm que é bem inferior ao OE1, demonstrando ser mais fitotóxico às plântulas de *Lactuca sativa* neste experimento. Wandscheer e Pastorini (2008) observaram que sementes de *L. sativa* submetidas a tratamentos com extratos de folhas de rabanete selvagem apresentaram escurecimento visível das raízes e consequentemente degradação dos tecidos. Algumas substâncias alelopáticas podem induzir o aparecimento de plântulas anormais e necrose da radícula (FERREIRA; BORGUETTI, 2004), características estas que também foram observadas neste estudo.

Óleos essenciais causam alterações anatômicas e fisiológicas em mudas de plantas que levam ao acúmulo de glóbulos lipídicos no citoplasma, reduzem o tamanho de algumas organelas celulares, possivelmente devido à ruptura de membranas, inibição da síntese de DNA ou alteram a permeabilidade da membrana (TWORKOSKI, 2002; KOITABASHI, et al., 1997; NISHIDA, et al., 2005). Os efeitos inibitórios dos óleos essenciais testados podem ser devidos a um ou mais desses fatores. No entanto, o mecanismo exato da inibição causada pelos óleos essenciais não foi determinado.

5.3 Ensaios em casa de vegetação

O fato da formulação Nanoencapsulada do Óleo Essencial 2 apresentar maior fitotoxidade no bioensaio com *Lactuca sativa*, este foi escolhido para os ensaios em casa de vegetação e comparado com a solução deste mesmo Óleo Essencial em mistura com o surfactante Tween 80. A eficácia das formulações foram avaliadas aos 4, 7, 10, 14, 1 e 28 DAA, no controle de *Amaranthus hybridus* e *Eleusine indica*, com aplicações em pré e pós-emergência.

Conforme pode ser observado na Tabela 3, a aplicação das formulações em pós-emergência de *A. hybridus* já apresentaram efeito na primeira aplicação, aos 4 DAA, cujo

efeito de controle apresentou incrementos até aos 21 DAA. Aos 28 DAA a formulação nanoencapsulada na dose mais alta (2,5%) apresentou controle de 80%, seguido pela solução em mistura com o surfactante, também na maior dose (2,5%), mas com controle significativamente inferior (35% de controle). Souza Filho et al. (2009), trabalhando com óleos essenciais das plantas *Piper hispidinervum* e *Pogostemon heyneanus*, observaram a atividade alelopática em baixas concentrações de óleos em plantas daninhas como *Mimosa pudica* e *Senna obtusifolia*, aparentemente a atividade alelopática dos óleos essenciais pode estar relacionada à presença de monoterpenos, monoterpenos oxigenados e sesquiterpenos.

Comparando a solução com surfactante e a formulação nanoencapsulada, na dose de 2,5%, o controle do Óleo Essencial 2 nanoencapsulada foi significativamente superior, mas na dose de 1,0%, a solução do óleo com o surfactante apresentou controle estatisticamente superior à formulação nanoencapsulada, com 15,0 e 5,0% de controle respectivamente.

Tabela 3. Porcentagem (%) de controle de *Amaranthus hybridus* com aplicação em pós-emergência do Óleo Essencial 2 (solução com Tween 80) e formulação com Nanoencapsulado do Óleo Essencial 2 (OE2).

Tratamento	Dose	4 DAA	7 DAA	10 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA
Testemunha	**-**	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 d
Nanoencapsulado OE2	**0,1%**	10,0 ab	17,5 b	7,5 b	10,0 bc	7,5 c	7,5 cd
Nanoencapsulado OE2	**1,0%**	17,5 a	12,5 b	10,0 b	12,5 b	7,5 c	5,0 d
Nanoencapsulado OE2	**2,5%**	12,5 ab	40,0 a	35,0 a	52,5 a	80,0 a	80,0 a
Óleo Essencial 2	**1,0%**	5,0 bc	0,0 c	0,0 c	5,0 bc	12,5 c	15,0 c
Óleo Essencial 2	**2,5%**	5,0 bc	7,5 bc	5,0 bc	12,5 b	35,0 b	35,0 b
CV%		36,3	28,5	21,8	23,9	19,7	14,0

Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

O controle de *Eleusine indica* em pós-emergência pelo Óleo Essencial 2, apresentado na Tabela 4, também apresentou efeito inicial aos 4 DAA, com a formulação nanoencapsulada nas doses de 1,0 e 2,5%, bem como a solução com Tween 80 na dose

de 2,5%. Na última época de avaliação, aos 28 DAA, o maior nível de controle foi obtido pela solução com surfactante, com 37,5% de controle, mas sem diferir estatisticamente da solução à 1,0% e da formulação nanoencapsulada na maior dose (2,5%).

Tabela 4. Porcentagem (%) de controle de *Eleusine indica* com aplicação em pós-emergência do Óleo Essencial 2 e formulação com Nanoencapsulado do Óleo Essencial 2 (OE2).

Tratamento	Dose	4 DAA	7 DAA	10 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA
Testemunha	**-**	0,0 b	0,0 c	0,0 d	0,0 b	0,0 d	0,0 b
Nanoencapsulado OE2	**0,1%**	0,0 b	25,0 ab	10,0 c	15,0 a	10,0 cd	5,0 b
Nanoencapsulado OE2	**1,0%**	35,0 a	35,0 a	17,5 b	20,0 a	12,5 bc	5,0 b
Nanoencapsulado OE2	**2,5%**	12,5 b	32,5 ab	27,5 a	25,0 a	32,5 a	30,0 a
Óleo Essencial 2	**1,0%**	0,0 b	0,0 c	0,0 d	0,0 b	27,5 a	30,0 a
Óleo Essencial 2	**2,5%**	15,0 b	17,5 b	12,5 bc	25,0 a	22,5 ab	37,5 a
CV%		65,1	29,5	16,7	26,6	25,0	18,6

Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

A aplicação em pré-emergência das formulações do Óleo Essencial 2 apresentou efeito de controle das plantas daninhas superior à aplicação em pós-emergência. Na Tabela 5, observa-se que os altos níveis de controle de *Amaranthus hybridus* com da formulação nanoencapsulada se manteve da primeira avaliação, aos 4 DAA, até a avaliação final. Aos 28 DAA a formulação nanoencapsulada apresentou controle de 82,0 e 98,3, respectivamente nas doses de 1,0 e 2,5%, e quando se compara estas mesmas com a solução do óleo com o surfactante apresentou controle de 16,7 e 6,7%, nas mesmas doses, que é significativamente inferior ao controle proporcionado pela formulação nanoencapsulada.

Mesmo a dose mais baixa do tratamento Nanoencapsulado OE2 (0,1%) apresentou controle de *A. hybridus* estatisticamente mais alto que a solução do óleo com Tween 80 nas doses de 1,0 e 2,5%, respectivamente 10 e 25 vezes mais alto que a menor dose da formulação nanoencapsulada. Em muitos trabalhos com óleos essenciais, foram relatados efeitos inibitórios potentes tanto da germinação de sementes como do

desenvolvimento de diferentes espécies de plantas (ISMAN, 2000; BARNEY et al., 2005; KONG et al., 2005; NISHIDA et al., 2005).

Tabela 5. Porcentagem (%) de controle de *Amaranthus hybridus* com aplicação em pré-emergência do Óleo Essencial 2 e formulação com Nanoencapsulado do Óleo Essencial 2 (OE2).

Tratamento	Dose	4 DAA	7 DAA	10 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA
Testemunha	-	0,0 d	0,0 c	0,0 b	0,0 b	0,0 c	0,0 c
Nanoencapsulado OE2	0,1%	23,3 bc	31,7 b	25,0 b	20,0 b	30,0 b	33,3 b
Nanoencapsulado OE2	1,0%	83,3 a	80,0 a	83,3 a	88,0 a	85,0 a	82,0 a
Nanoencapsulado OE2	2,5%	97,7 a	96,0 a	98,7 a	98,7 a	98,7 a	98,3 a
Óleo Essencial 2	1,0%	35,0 b	6,7 c	10,0 b	3,3 b	3,3 c	16,7 bc
Óleo Essencial 2	2,5%	8,3 cd	10,0 c	15,0 b	10,0 b	6,7 bc	6,7 bc
CV%		15,9	19,6	31,0	30,7	24,1	27,2

Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

Na Tabela 6, observa-se o controle de E. indica em pré-emergência. A formulação nanoencapsulada do óleo na dose mais alta manteve altos níveis de controle até a avaliação final, aos 28 DAA, já a segunda dose da formulação naoencapsulada (1,0%) apresentou altos níveis de controle inicialmente, aos 7 e 10 DAA, mas o efeito residual caiu nas últimas avaliações, chegando à 50,0% de controle aos 28 DAA.

A solução do óleo essencial com o surfactante Tween 80 não controlou a planta daninha, com níveis de nota que não diferiram estatisticamente da testemunha sem aplicação. O que demonstra o efeito positivo da nanoencapsulação do óleo essencial para o efeito herbicida e consequente controle em pré-emergência de *E. indica*.

Sementes de *Xanthium strumarium*, *Avena sterilis* e *Phalaris brachystachys* foram expostas a várias concentrações de óleos essenciais de *Ocimum basilicum*, *Salvia officinalis*, *Lavandula angustifolia*, *Melissa officinalis* e *Thymus vulgaris*. Quando os óleos essenciais foram aplicados, a inibição da semente de *X. strumarium* começou em 4 µL e aumentou com o aumento das concentrações. A taxa de inibição dos óleos essenciais testados em *X. strumarium* foi de 40%. No entanto, na concentração de 32 µL, a taxa

máxima de inibição (100%) foi obtida para sementes de *A. sterilis* e *P. Brachystachys* (UREMIS et al., 2009).

Tabela 6. Porcentagem (%) de controle de *Eleusine indica* com aplicação em pré-emergência do Óleo Essencial 2 e formulação com Nanoencapsulado do Óleo Essencial 2 (OE2).

Tratamento	Dose	4 DAA	7 DAA	10 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA
Testemunha	-		0,0 c	0,0 d	0,0 c	0,0 c	0,0 c
Nanoencapsulado OE2	**0,1%**		25,0 b	31,7 c	6,7 c	0,0 c	0,0 c
Nanoencapsulado OE2	**1,0%**		90,0 a	81,7 b	53,3 b	53,3 b	50,0 b
Nanoencapsulado OE2	**2,5%**		94,7 a	96,7 a	96,0 a	96,0 a	96,0 a
Óleo Essencial 2	**1,0%**		5,0 c	0,0 d	3,3 c	6,7 c	6,7 c
Óleo Essencial 2	**2,5%**		3,3 c	0,0 d	0,0 c	0,0 c	0,0 c
CV%			10,2	10,8	56,1	55,8	41,4

Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

Observa-se na Tabela 7 os parâmetros das regressões e níveis de significância do modelo Logístico para o controle de *A. hybridus* aos 28 DAA, único que ajustou neste modelo, com a resposta das doses crescentes da formulação Nanoencapsulada do Óleo Essencial 2.

Tabela 7. Parâmetros da equação de regressão para análise do percentual de controle de *Amaranthus hybridus* em pré-emergência aos 28 DAA.

Formulação Nanoencapsulada	Parâmetros da regressão			R^2	F
	a	***b***	***x_0***		
Óleo Essencial 2	125,00	-0,72	0,41	0,9567	99,39**

A curva de regressão apresentada na Figura 4, do controle de *A. hybridus* pela formulação Nanoencapsulada do Óleo Essencial 2 em pré-emergência aos 28 DAA, Com coeficiente de determinação (R^2) de 0,9567, demonstrando alto ajuste e C_{50} de 0,41% (parâmetro x_0), ou seja, esta é a dose necessária para promover 50% de controle da planta daninha *A. hybridus* em pré-emergência, aos 28 DAA.

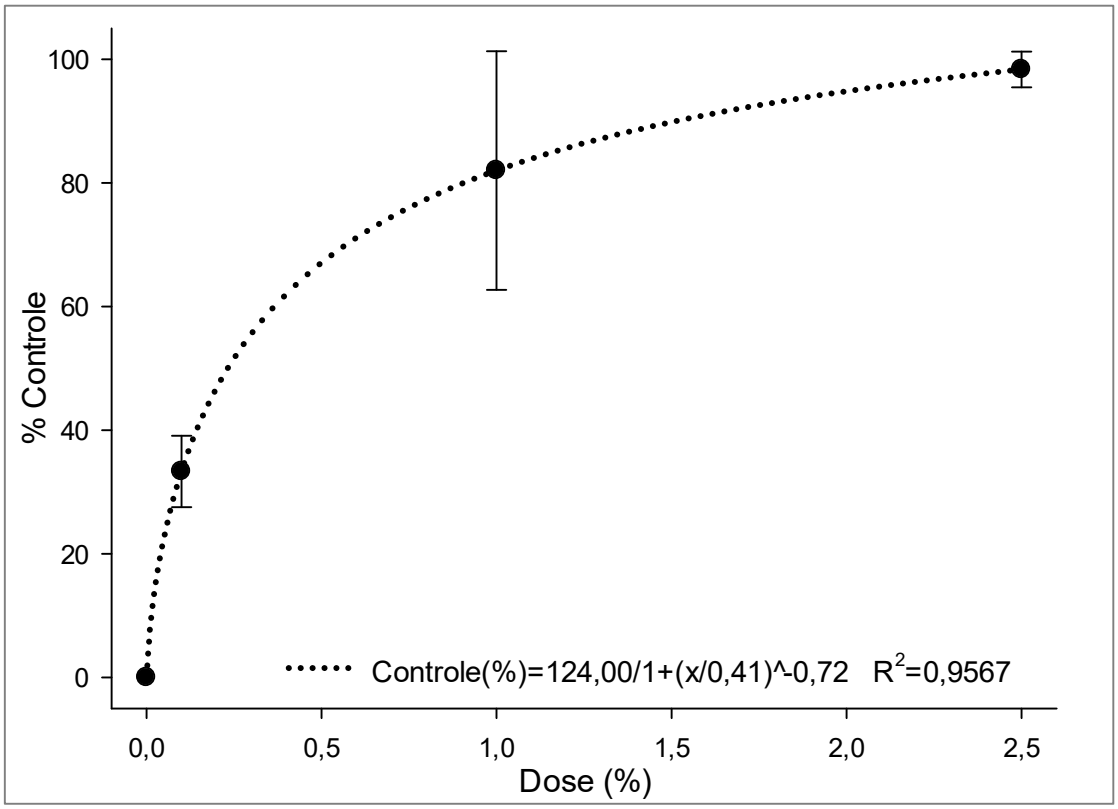


Figura 4. Curva representando percentual de controle de *Amaranthus hybridus* pela formulação Nanoencapsulada do Óleo Essencial 2 em pré-emergência aos 28 DAA.

Juan Jimenez-Osornio et al. (1996) observaram que o óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* em concentrações entre 0,8 e 1% inibiu a germinação e o crescimento do hipocótilo de *Amaranthus hipocondriacus*. Sendo que o monoterpeno ascaridol é o responsável pela fitotoxicidade, já que quando este foi analisado isoladamente, observou-se que na concentração de 0,50 microlitros/placa ocorreu a inibição da germinação e 0,55 microlitros/placa inibiu o crescimento do hipocótilo. Estes resultados constatam que os monoterpenos são responsáveis pela inibição da germinação e do crescimento inicial das plântulas.

6 CONCLUSÕES

As nanocapsulas de zeína foram eficientes para o nanoencapsulamento dos óleos essenciais e as formulações nanoencapsuladas aumentaram e melhoraram o efeito herbicida em pré e pós-emergência dos óleos essenciais. Na agricultura esses tipos de formulações podem diminuir a contaminação do meio ambiente, pois utilizam uma menor quantidade de ativo necessário para controlar pragas e plantas daninhas, além do potencial de proteção deste ativo contra a rápida degradação e volatilização.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, F.O.M.S.; OLIVEIRA, E.F.; PAULA, H.C.B.; DE PAULA, R.C.M. Chitosan/Cashew Gum Nanogels for Essential Oil Encapsulation. **Carbohydrate Polymers**, v. 89, n. 4, p. 1277–1282, ago. 2012.

ALMARIE, A.A.; MAMAT, A.S.; WAHAB, Z. Allelopathic potential of *Cymbopogon citratus* L. against different weed species. **Ind Res J Pharm & Sci.**, v. 3, p. 324-330, 2016.

ANDREI, E. **Compêndio de Defensivos Agrícolas**. 8ªed., Andrei Editora, 2009.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils – a review. **Food Chem. Toxicol.** v. 46, p. 446–475, 2008.

BARNEY, J.N.; HAY, A.G.; WESTON, L.A. Isolation and characterization of allelopathic volatiles from mugwort (*Artemisia vulgaris*). **J. Chem. Ecol.**, v. 31, n. 2, p. 247-265, 2005.

BILIA, A.R.; GUCCIONE, C.; ISACCHI, B.; RIGHESCHI, C.; FIRENZUOLI, F.; BERGONZI, M.C. Essential Oils Loaded in Nanosystems: A Developing Strategy for a Successful Therapeutic Approach. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2014, p. e651593, 2014.

BRATOVCIC, A.; HIKAL, W.M.; SAID-AL AHL, H.A.H.; TKACHENKO, K.G.; BAESHEN, R.S.; SABRA, A.S.; SANY, H. Nanopesticides and Nanofertilizers and Agricultural Development: Scopes, Advances and Applications. **Open Journal of Ecology**. v. 11, p. 301-316, 2001.

BRITO, A. M. G. **Avaliação da atividade antileishmanial dos óleos essenciais das plantas *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf., *Eucalyptus citriodora* Hook., *Mentha arvensis* L., e *Mentha piperita* L.** Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) - Universidade Tiradentes, Aracajú, 75 p., 2007.

CAMPOLO, O.; GIUNTI, G.; LAIGLE, M.; MICHEL, T.; PALMERI, V. Essential oil-based nano-emulsions: Effect of different surfactants, sonication and plant species on physicochemical characteristics. **Industrial Crops and Products**, v. 157, p. 112935, 2020.

CHAIMOVITSH, D.; ABU-ABIED, M.; BELAUSOV, E.; RUBIN, B.; DUDAI, N.; SADOT, E. Microtubules are an intracellular target of the plant terpene citral. **The Plant Journal**. v. 61, p. 399–408, 2010.

CHANDLER, D.; BAILEY, A.S.; TATCHELL, G.M.; DAVIDSON, G.; GREAVES, J.; GRANT, W.P. The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. **Philos Trans R Soc B Biol Sci.** v. 366, n. 1573, p. 1987–1998, 2011.

CHANG, C.; WANG, T.; HU, Q.; LUO, Y. Caseinate-zein-polysaccharide complex nanoparticles as potential oral delivery vehicles for curcumin: Effect of polysaccharide type and chemical crosslinking. **Food Hydrocolloids**, v. 72, p. 254–262, 2017a.

CHANG, C.; WANG, T.; HU, Q.; ZHOU, M.; XUE, J.; LUO, Y. Pectin coating improves physicochemical properties of caseinate/zein nanoparticles as oral delivery vehicles for curcumin. **Food Hydrocolloids**, v. 70, p. 143–151, 2017b.

CHAUDHARI, A.K.; SINGH, V.K.; KEDIA, A.; DAS, S.; DUBEY, N.K. Essential oils and their bioactive compounds as eco-friendly novel green pesticides for management of storage insect pests: prospects and retrospects. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, n. 15, p. 18918–18940, 2021.

CHEN, H.; ZHANG, Y.; ZHONG, Q. Physical and antimicrobial properties of spray-dried zein–casein nanocapsules with co-encapsulated eugenol and thymol. **Journal of Food Engineering**, v. 144, p. 93–102, 2015.

CHEN, J.; ZHENG, J.; MCCLEMENTS, D.J.; XIAO, H. Tangeretin-Loaded Protein Nanoparticles Fabricated from Zein/β-Lactoglobulin: Preparation, Characterization, and Functional Performance. **Food Chemistry**, v. 158, p. 466–472, 2014.

CHUACHAROEN, T.; SABLIOV, C.M. Stability and Controlled Release of Lutein Loaded in Zein Nanoparticles with and without Lecithin and Pluronic F127 Surfactants. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 503, p. 11–18, 2016.

CHRISTOFFOLETI, P. J. Curvas de dose-resposta de biótipos resistente e suscetível de *Bidens pilosa* L. Aos herbicidas inibidores da ALS. **Sci. Agric.**, v. 59, n. 3, p. 513-519, 2002.

DA-COSTA, J.T.; FORIM, M.R.; COSTA, E.S.; DE-SOUZA, J.R.; MONDEGO, J.M.; BOIÇA JR, A.L. Effects of diferente formulations of nem oil-based products on control *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) on beans. **Journal of Stored Products Research**. v. 56, p. 49-53, 2014.

DAYAN, F.E.; DUKE, S.O. Natural products for weed management in organic farming in the USA. **Outlooks Pest Manag.** v. 21, p. 156–160, 2010.

DAYAN, F.E.; ROMAGNI, J.G.; DUKE, S.O. Investigating the mode of action of natural phytotoxins. **J Chem Ecol.** v. 26 p. 2079–2094, 2000.

DEPUYDT, S.; HARDTKE, C.S. Hormone signalling crosstalk in plant growth review regulation. **Current Biology**. v. 21, p. 365-373, 2011.

DUDAI, N.; POLJAKOFF-MAYBER, A.; MAYER, A.M.; PUTIEVKY, E.; LERNER, H.L. Essential oils as allelochemicals and their potential use as bioherbicides. **J. Chem. Ecol.** v. 25, p. 1079–1089, 1999

DUKE, S.O.; DAYAN, F.E.; RIMANDO, A.; SCHRADER, K.K.; ALIOTTA, G.; OLIVA, A.; ROMAGNI, J.G. Chemicals from nature for weed management. **Weed Sci.** v. 50, p. 138–151, 2002.

DURÁN, N.; MATTOSO, L.H.C.; MORAIS, P.C.; **Nanotecnologia: Introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação.** Artliber Editora Ltda.: São Paulo, 2006.

ESTANISLAU, A.A.; BARROS, F.A.S.; PEÑA, A.P.; SANTOS, S.C.; FERRI, P.H.; PAULA, J. R. Composição química e atividade antibacteriana dos óleos essenciais de cinco espécies de Eucalyptus cultivadas em Goiás. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 11, n. 2, p. 95-100, 2001.

FAO/WHO, **Expert meeting on the application of nanotechnologies in the food and agriculture sectors: potential food safety implications: Meeting Report.** World Health Organization, 129 p., 2010.

FERRAZ, J.B.S.; BARATA, L.E.S.; SAMPAIO, P.B.; GIMARÃES, G.P. Perfumes da floresta Amazônica: em busca de uma alternativa sustentável. **Ciência e Cultura**, v. 61, n. 3, p. 45-53, 2009.

FERREIRA, A.G.; BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 323p., 2004.

GAHUKAR, R.T.; DAS, R.K. Plant-derived nanopesticides for agricultural pest control: challenges and prospects. **Nanotechnology for Environmental Engineering**. v. 5, p 1-3, 2020.

GEBAUER, A.B.; PRICE, T.D. **Foragers to Farmers: An Introduction. Transitions to Agriculture in Prehistory**. Madison, Prehistory Press, p. 1-10, 1992.

HENRIQUES, F.S.A Revolução Verde e a biologia molecular. **Revista de Ciências Agrárias.** v. 32, n. 2, p. 245–254, 2009.

HE, X.; DENG. H.; HWANG, H. The current application of nanotechnology in food and agriculture. **J Food Drug Anal**. v. 27, p. 1–21, 2019.

HOFMANN, T.; LOWRY, G.V.; GHOSHAL, S.; TUFENKJI, N.; BRAMBILLA, D.; DUTCHER, J.R.; GILBERTSON, L.M.; GIRALDO, J.P.; KINSELLA, J.M.; LANDRY, M.P.; LOVELL, W.; NACCACHE, R.; PARET, M.; PEDERSEN, J.A.; UNRINE, J.M.; WHITE, J.C.; WIKINSON, K.J. Technology readiness and overcoming barriers to

sustainably implement nanotechnology-enabled plant agriculture. **Nat Food** v. 1, p. 416–425, 2020.

HU, K.; MCCLEMENTS, D.J. Fabrication of surfactant-stabilized zein nanoparticles: A pH modulated antisolvent precipitation method. **Food Research International**. v. 64, p. 329–335, 2014.

ISMAN, M. B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop Protection**, v. 19, n. 10, p. 603-608, 2000.

IMATOMI, M.; NOVAES, P.; MIRANDA, M.A.F.M.; GUALTIERI, S.C.J. Phytotoxic effects of aqueous leaf extracts of four Myrtaceae species on three weeds. **Acta Scientiarum Agronomy**. v. 37, n. 2, p. 241-248, 2015.

JACQUES, M. T.; OLIVEIRA, J. L.; CAMPOS, E. V. R.; FRACETO, L. F.; ÁVILA, D. S. Safety Assessment of Nanopesticides Using the Roundworm Caenorhabditis Elegans. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 139, p. 245–253, maio 2017.

JUAN JIMÉNEZ-OSORNIO, F.M.V.Z.; KUMAMOTO, J.; WASSER, C. Allelopathic activity of *Chenopodium ambrosioides* L. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 24, n. 3, p. 195-205, 1996.

KAH, M.; HOFMANN, T. Nanopesticide research: current trends and future priorities. **Environ Int**. v. 63. p. 224–235, 2014.

KOHLI, R.K. Allelopathic potential of *Eucalyptus*. Project Report, MABDOEN Project, 1990.

KOITABASHI, R.; SUZUKI, T.; KAWAZU, T.; SAKAI, A.; KUROIWA, H.; KUROIWA, T. 1,8-Cineole inhibits root growth and DNA synthesis in the root apical meristem of Brassica campestris L. **Journal of Plant Research.** v. 110, p. 1-6, 1997.

KONG, C.; HU, F.; XU, X;. ZHANG, M.; LIANG, W. Volatile allelochemical in the *Agerantum conyzoides* intercropped citrus orchard and their effects on mites *Amblyseus newsami* and *Panonychus citri*. **J. Chem. Ecol.**, v. 31, n. 9, p. 2193-2203, 2005.

KUMAR, S.; CHAUHAN, N.; GOPAL, M.; KUMAR, R.; DILBAGHI, N. Development and evaluation of alginate–chitosan nanocapsules for controlled release of acetamiprid. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 81, p. 631-637, 2015.

MARUYAMA, C.R.; GUILGER, M.; PASCOLI, M.; BILESHY-JOSÉ, M. Nanoparticles based on chitosan as carriers for the combined herbicides imazapic and imazapyr. **Scientific Reports.** v. 6, n. 19768, 2016.

MASSRUHÁ, S.M.F.S.; LEITE, M.A.A. Agro 4.0 – Rumo à agricultura digital. **JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: Mobilizar o Conhecimento para Alimentar o Brasil.** v. 1, p. 28-35, 2017.

MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. **Controle biológico.** Embrapa Meio Ambiente, v. 1, 262 p., 1998.

MIRANDA, C.A.S.F.; CARDOSO, M.G.; CARVALHO, M.L.M.; FIGUEIREDO, A.C.S; ANDRADE, J. Chemical characterisation and allelopathic potential of essential oils from leaves and rhizomes of white ginger. **Revista Ciência Agronômica**. v. 46, n. 3, p. 555-562, 2015.

MORA-HUERTAS, C.E.; FESSI, H.; ELAISSARI, A. Polymer-based nanocapsules for drug delivery. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 385, n. 1, p. 113–142, 2010.

NEGRELLE, R.R.B.; GOMES, E.C. *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf: chemical composition and biological activities, **Rev. Bras. Pl. Med.** v.9, n.1, p. 80-92, 2007.

NISHIDA, N.; TAMOTSU, S.; NAGATA, N.; SAITO, C.; SAKAI, A. Allelopathic effects of volatile monoterpenoids produced by *Salvia leucophylla*: inhibition of cell proliferation and DNA synthesis in the root apical meristem of *Brassica campestris* seedlings. **J. Chem. Ecol.**, v. 31, n. 5, p. 1187-1202, 2005.

OLIVEIRA, J.L.; CAMPOS, E.V.R.; FRACETO, L.F. Recent developments and challenges for nanoscale formulation of botanical pesticides for use in sustainable agriculture, **J. Agric. Food Chem.** v. 66, p. 8898-8913, 2018.

OLIVEIRA, J.L.; CAMPOS, E.V.R.; PEREIRA, A.E.S.; PASQUOTO, T.; LIMA, R.; GRILLO, R.; ANDRADE, D.J.; SANTOS, F.A.; FRACETO, L.F.. Zein Nanoparticles as Eco-Friendly Carrier Systems for Botanical Repellents Aiming Sustainable Agriculture. **J. Agric. Food Chem**, v. 66, p.1330–1340, 2018.

OLIVEIRA, J.L.; CAMPOS, E.V.R.; GERMANO-COSTA, T.; LIMA, R.; VECHIA, J.F.D.; SOARES, S.T.; ANDRADE, D.J.; GONÇALVES, K.C.; DO NASCIMENTO, J.; POLANCZYK, R.A.; FRACETO, L.F. Association of Zein Nanoparticles with Botanical Compounds for Effective Pest Control Systems. **Pest Management Science**, v. 75, n. 7, p. 1855–1865, 2019.

OOTANI, M.A.; AGUIAR, R.W.S.; MELLO, A.V.; DIDONET, J.; PORTELLA, A.C.F.; NASCIMENTO, I.R. Toxicidade de óleos essenciais de eucalipto e citronela sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Bioscience Journal.** v. 27, n. 4, p. 609-618, 2011.

ÖZKARA, A.; AKYIL, D.; KONUK, M. (2016) Pesticides, environmental pollution, and health. In: **Environmental health risk-hazardous factors to living species**, LARRAMENDY, M.L.; SOLONESKI, S., IntechOpen, 2016.

PACHLATKO, J.P. Natural products in crop protection. **Chimia.** v. 52, p. 29– 47, 1998.

PATEL, A.; HU, Y.; TIWARI, J. K.; VELIKOV, K. P. Synthesis and Characterisation of Zein Curcumin Colloidal Particles. **Soft Matter**. v. 6, n. 24, p. 6192–6199, 2010.

PAULA, H.C.B.; SOMBRA, F.M.; ABREU, F.O.M.S.; PAULA, R.C.M. *Lippia sidoides* essential oil encapsulation by angico gum/ chitosan nanoparticles. **J. Braz. Chem. Soc.** v. 21, p. 2359-2366, 2010.

PEREIRA, A.E.S.; GRILLO, R.; MELLO, N.F.S.; ROSA, A.H.; FRACETO, L.F. Application of poly (epsilon-caprolactone) nanoparticles containing atrazine herbicide as

an alternative technique to control weeds and reduce damage to the environment. **Journal of Hazardous Materials**. v. 268, p. 207–215, 2014.

PIMENTEL, D. Amounts of pesticides reaching target pests: environmental impacts and ethics. **J Agric Environ Ethics**. v. 8, p. 17–29, 1995.

POLOVA, M.; VICHERKOVA, M. Leaf diffusibility changes of bean and sunflower plants treated with essential oil vapours. **Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Purk. Brun. Biol.** v. 16, p. 119–128, 1986.

POONPAIBOONPIPAT, T.; PANGNAKORN, U.; SUVUNNAMEK, U.; TEERARAK, M.; CHAROENYING, P.; LAOSINWATTANA, C. Phytotoxic effects of essential oil from *Cymbopogon citratus* and its physiological, **Industrial Crops and Products**. v. 41, p. 403-407, 2013.

PREISLER, A.C.; PEREIRA, A.E.S.; CAMPOS, E.V.R.; DALAZEN, G.; FRACETO, L.F.; OLIVEIRA, H.C. Atrazine nanoencapsulation improves pre-emergence herbicidal activity against *Bidens pilosa* without enhancing long-term residual effect on *Glycine ma*x. **Pest Manag Sci.** v. 76 n. 1, p. 141–149, 2020.

RECHENMANN, C.R. Cellular Responses to auxin: division versus expansion. **Cold Spring Harb Perspect Biol.** v. 2, a001446, 2010.

REVATHI, K.; KUMAR, C.A.; THAMIZHAVAHAN K. Combined antimicrobial activity of lemon grass oil and Tulasi oil. **Int. J. Preclinical Pharm. Res**. v. 3, n. 2, p. 79-81, 2012.

RICE, E.L. **Allelopathy**. 2. ed. New York: Academic Press. 422p. 1984.

ROMAGNI, J.G.; ALLEN, S.N.; DAYAN, F.E. Allelopathic effects of volatile cineoles on two weedy plant species. **Journal of Chemical Ecology.** v. 26, p. 303–313, 2000.

ROSA, C.G.; MACIEL, M.V.O.B.; CARVALHO, S.M.; MELO, A.P.Z.; JUMMES, B.; SILVA, T.; MARTELLI, S.M.; VILLETTI, M.A.; BERTOLDI, F.C.; BARRETO, P.L.M. Characterization and evaluation of physicochemical and antimicrobial properties of zein nanoparticles loaded with phenolics monoterpenes. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 481, p. 337–344, 2015.

SALAMA, D.M.; OSMAN, S.A.; ABD EL-AZIZ, M.E.; ABD ELWAHED, M.S.A.; SHAABAN, E.A. Effect of Zinc Oxide Nanoparticles on the Growth, Genomic DNA, Production and the Quality of Common Dry Bean (*Phaseolus vulgaris*). **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**. v. 18, 101083, 2019.

SANTIAGO, E.F.; PONTES, M.S.; ARRUDA, G.J.; CAIRES, A.R.L.; COLBECK, I.; MALDONADO- RODRIGUEZ, I.; GRILLO, R. Understanding the Interaction of Nanopesticides with Plants. In Nanopesticides: From Research and Development to Mechanisms of Action and Sustainable Use in Agriculture, edited by FRACETO, L.F.; CASTRO, V.L.S.S.; GRILLO, R.; ÁVILA, D.; OLIVEIRA, H.C.; LIMA, R. **Switzerland Springer Nature**, p. 69-109, 2020.

SARLAK, N.; TAHERIFAR, A.; SALEHI, F. Synthesis of nanopesticides by encapsulating pesticide nanoparticles using functionalized carbon nanotubes and

application of new nanocomposite for plant disease treatment. **J Agric Food Chem.** v. 62, p. 4833–4838, 2014.

SEKHON, B.S. Nanotechnology in Agri-Food Production: An Overview. **Nanotechnology Science and Applications.** v. 7, p. 31-53, 2014.

SILVA, R.T.P; FALCHETTI, S.A. Da revolução agrícola ao desenvolvimento sustentável e os princípios do ambientalismo no Brasil. **VIII Convibra Administração-Congresso Virtual Brasileiro de Administração**, 2011.

SINGH, H.P.; BATISH, D.R.; KAUR, S.; RAMEZANI, H.; KOHLI, R.K. Comparative phytotoxicity of four monoterpenes against *Cassia occidentalis*. **Annals of Applied Biology.** v. 141, p. 111–116, 2002.

SINGH, H.P.; BATISH, D.R.; SETIA, N.; KOHLI, R.K. Herbicidal activity of volatile oils from *Eucalyptus citriodora* against *Parthenium hysterophorus*. **Annals of Applied Biology**. v. 146, p. 89-94, 2005.

SOUZA FILHO, A.P.S.; VASCONCELOS, M.A.M.; ZOGHBI, M.G.B., CUNHA, R.L. Efeitos potencialmente alelopáticos dos óleos essenciais de *Piper hispidinervium* C. DC. e *Pogostemon heyneanus* Benth sobre plantas daninhas. **Acta Amazônica**, v. 39, p. 389-396, 2009.

SOUSA, G.F.M.; GOMES, D.G.; CAMPOS, E.V.R.; OLIVEIRA, J.L.; FRACETO, L.F.; STOLF-MOREIRA, R.; OLIVEIRA, H.C. Post-emergence herbicidal activity of nanoatrazine against susceptible weeds. **Front. Environ. Sci.** v. 6, n. 12, 2018.

SOUZA, J.A. **Estudo da biodegradação do ácido 2,4-diclorfenoxiacético em formulações de liberação controlada.** Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade de Campinas, 1999.

STREIBIG, J.C. Herbicide bioassay. **Weed Res.**, v.28, n.6, p.479-484, 1988.

TOMA, H.E. Interfaces e organização da pesquisa no Brasil: da Química à nanotecnologia. **Química Nova**. v.28, p. 48-51, 2005.

TOMAZ, M.A. Composição química e atividade alelopática do óleo essencial de eucalipto. **Biosci. J.** v. 30, n. 2, p. 475-483, 2014.

TWORKOSKI, T. Herbicide effects of essential oils, **Weed Science**. v. 50, p. 425-431, 2002.

UREMIS I.; ARSLAN M.; SANGUN M.K. Herbicidal activity of essential oils on the germination of some problem weeds. **Asian Journal of Chemistry**, v. 21, 4, p. 3199-3210, 2009.

VICHERKOVA, M.; POLOVA, M. Effect of essential oil vapours of different concentrations upon leaf transpiration of bean and sunflower. **Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Purk. Brun. Biol.** v. 16, p. 109–118, 1986.

VIEIRA, I.G. **Estudos caracteres silviculturais e de produção de óleos essenciais de progênies de *Corymbia citriodora* (Hook) K.D. Hill & L.A.S. Johnson procedente de**

Anhembi SP Brasil, Ex. Atherton QLD – Austrália. Piracicaba: Esalq (Dissertação de mestrado), 80p., 2004.

WANDSCHEER, A.C.D.; PASTORINI, L.H. Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L. **Ciência Rural**, v. 38, p. 949-953, 2008.

WANG, L.; ZHANG, Y. Eugenol Nanoemulsion Stabilized with Zein and Sodium Caseinate by Self-Assembly. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 65, n. 14, p. 2990–2998, 2017.

WIPO - **World Intellectual Property Organization**, 2022, acessado em 14/11/2022 em: < https://patentscope.wipo.int/search/pt/search.jsf>

WU, Y.; LUO, Y.; WANG, Q. Antioxidant and antimicrobial properties of essential oils encapsulated in zein nanoparticles prepared by liquid–liquid dispersion method. LWT - **Food Science and Technology**. v. 48, n. 2, p. 283–290, 2012.

XIANG, Y.; ZHANG, G.; CHI, Y.; CAI, D.; WU, Z. Fabrication of a controllable nanopesticide system with magnetic collectability. **Chem Eng J.** v. 328, p. 320–330, 2017.

ZHANG, Y.; NIU, Y.; LUO, Y.; GE, M.; YANG, T.; YU, L.; WANG, Q. Fabrication, characterization and antimicrobial activities of thymol-loaded zein nanoparticles stabilized by sodium caseinate–chitosan hydrochloride double layers. **Food Chemistry**, v. 142, p. 269–275, 2014.

APÊNDICE A – PATENTES

Patentes de óleo essencial de *Eucalyptus citriodora*, *Cymbopogon citratus* e nanotecnologia

PATENTE	CN112075564 - Eucalyptus citriodora óleo essencial/nisina nano-emulsão e método de preparação
País	China
Requerente	JIANGSU UNIVERSITY
Data Pedido	31.08.2020
Data Publicação	15.12.2020
Resumo	A invenção pertence ao campo de materiais antibacterianos e conservantes de alimentos e refere-se particularmente a uma nanoemulsão de óleo essencial de Eucalipto citriodora /nisina e um método de preparação da mesma. O método de preparação compreende as seguintes etapas: dissolver uma certa massa de nisina em água deionizada, adicionar um emulsificante composto de Tween 80 e lecitina de soja para formar uma fase aquosa, agitar magneticamente, adicionar gota a gota óleo de milho carregado com óleo essencial de eucalipto citriodora como um fase de óleo, e realizando a homogeneização e ultrasonicação com agitação para formar uma nanoemulsão do tipo óleo-em-água. A nanoemulsão preparada pela invenção pode efetivamente melhorar a solubilidade em água e a biocompatibilidade do óleo essencial de eucalipto citriodora,

	podendo atingir os propósitos de utilização eficiente e efeito antibacteriano de longa ação em virtude do efeito sinérgico com a nisina, expandindo assim a aplicação do óleo essencial de eucalipto citriodora e da nisina na área de materiais antibacterianos e conservantes de alimentos.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN313902862&_cid=P20-LAE726-62164-1

PATENTE	CN111955489 - Repelente de mosquito e método de preparação
País	China
Requerente	GUANGZHOU ZHILING INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH
Data Pedido	28.07.2020
Data Publicação	20.11.2020
Resumo	A invenção revela um repelente de mosquitos que é preparado a partir das seguintes matérias-primas em partes por peso: 25-35 partes de frações de sobras de óleo de eucalipto citriodora, 55-65 partes de etanol, 2-8 partes de masterbatch nano repelente de mosquitos e 3-6 partes de cápsulas nano repelentes de mosquitos. O lote mestre nano repelente de mosquitos é preparado misturando resina de melamina eterificada com um ou mais de menta, agastache rugosus e citronela, a cápsula nano repelente de mosquitos é preparada revestindo DEET servindo como um núcleo de material com resina de melamina eterificada servindo como parede material, e a relação núcleo-parede do núcleo do material para o material da parede é (4-7): 1. A condição de fracionamento do produto de fracionamento de sobras de óleo de eucalipto citriodora é 110-119°C/mmHg. Um método de preparação da cápsula nano repelente de mosquitos compreende as seguintes etapas: misturar uniformemente o DEEF, o regulador de dispersão e emulsificação MS e a água desionizada para formar uma emulsão e adicionar a resina de melamina em estado de agitação. Um método de preparação do repelente de mosquitos compreende as seguintes etapas: preparar o lote mestre de repelente de mosquito nano, misturar as frações de repelente de mosquito, preparar a cápsula repelente de mosquito nano, adicionar o lote mestre de repelente de mosquito nano e a cápsula repelente de mosquito nano em um repelente de mosquito solução, mistura e repouso. O tempo de repelente de mosquitos do repelente de mosquitos é efetivamente prolongado.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN312382306&_cid=P20-LAEDQ1-18782-1

PATENTE	CN108261009 - Travesseiro de cuidados de saúde e método de fabricação
País	China
Requerente	GUANGZHOU ZHILING INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH
Data Pedido	22.01.2018
Data Publicação	10.07.2018
Resumo	A invenção revela um travesseiro de dormir para cuidados com a saúde e um método de fabricação do mesmo. O travesseiro compreende uma fronha e um núcleo de travesseiro, em que o núcleo de travesseiro está disposto em uma cavidade interna da fronha e o núcleo de travesseiro é preenchido com um material de saúde; o material de cuidados de saúde é preparado a partir de componentes em partes por peso como segue: 10-20 partes de borracha de silicone, 5-15 partes de grafite modificado, 2-6 partes de um antioxidante, 4-12 partes de óleo de silicone linear, 1 -6 partes de dióxido de nano-titânio, 1-3 partes de óxido de nano-prata, 2-9 partes de fibra de quitina, 12-30 partes de extrato de aloe, 2-8 partes de herba houttuyniae, 2-8 partes de eucalipto citriodora e 4-10 partes de herba lysimachiae. O método de confecção é simples, e o travesseiro feito tem as vantagens de conduzir e dissipar o calor, resistir às bactérias e remover o odor e pode efetivamente melhorar a qualidade do sono após ser usado por um longo tempo, e as funções de tratamento e cuidados de saúde são alcançadas enquanto um os usuários dormem.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN223855969&_cid=P20-LAEDQ1-18782-1

PATENTE	N112500799 - Cera automotiva com efeito repelente de mosquitos e seu método de preparação
País	China
Requerente	HAN XIAOKANG
Data Pedido	02.12.2020
Data Publicação	16.03.2021
Resumo	A invenção revela cera de automóvel com efeito repelente de mosquitos e um método de preparação da cera de automóvel. A cera automotiva é preparada a partir das seguintes matérias-primas em partes em peso: 1-3 partes de cloreto de hexadecil trimetil amônio, 1-3 partes de monoestearato de glicerila, 10-15 partes de etilenoglicol, 3-6 partes de parafina líquida, 2 -4 partes de cera de polietileno, 5-10 partes de óleo de silicone vinil, 5-10 partes de dimetilpolissiloxano, 20-30 partes de cera de carnaúba, 2-4 partes de monooleato de sorbitano, 1-3 partes de álcool de Eucalyptus citriodora, 2 -4 partes de N-acetil-N-butil-beta-alaninato de etilo, 1-3 partes de dióxido de nano silício, 2-4 partes de nanotubos de carbono e 10-20 partes de água; a cera de automóvel tem excelente desempenho antiestático e efeito repelente de mosquitos, a estabilidade da cera de automóvel pode ser melhorada através do efeito de composição de todas as substâncias, a vida útil da cera de automóvel pode ser melhor prolongada e o efeito brilhante de um automóvel a superfície da pintura pode ser notavelmente melhorada.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN321143510&_cid=P20-LAEDQ1-18782-1

PATENTE	CN107410378 - Pesticidas não tóxicos e processo de preparação dos mesmos
País	China
Requerente	FENG XINPING
Data Pedido	01.06.2017
Data Publicação	01.12.2017
Resumo	A invenção revela um pesticida não tóxico e um processo de preparação do mesmo. O agrotóxico atóxico é preparado a partir dos seguintes componentes: 8 a 20 partes de eucalipto citriodora, 8 a 15 partes de casca de romã, 10 a 20 partes de xantoxilina, 10 a 20 partes de óxido de zinco, 5 a 10 partes de erva de andrographis comum, 12 a 25 partes de matrina, 10 a 20 partes de quitina, 8 a 20 partes de fruta rangooncreeper, 7 a 18 partes de semente de ormosia, 5 a 15 partes de alcalóides de tripterygium wilfordii, 10 a 20 partes de acetil tributil citrato , 3 a 10 partes de emulsificante e 1 a 3 partes de nano íon de prata em pó. O método de preparação tem as vantagens de processo simples e proteção ambiental e sem poluição durante todo o processo de produção, e o pesticida obtido tem altos efeitos de esterilização e desinsetização, pode melhorar o rendimento das culturas, não polui o meio ambiente e não deixa resíduos, e tem bom valor econômico e valor social.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN207740674&_cid=P20-LAEDQ1-18782-1

PATENTE	CN108485444 - Revestimento composto para válvulas
País	China
Requerente	GUANGXI QUCHUANGXIANG WANTER SPACE MANAGEMENT CO., LTD.
Data Pedido	16.03.2018
Data Publicação	04.09.2018
Resumo	A invenção revela um revestimento compósito para válvulas. O revestimento composto é preparado a partir das seguintes matérias-primas: 35-50 partes em peso de pó cerâmico nano infravermelho distante, 3-5,5 partes em peso de silicato de sódio, 8-16 partes em peso de resina fenólica, 1-1,5 partes em peso de um sal de amônio, 5-8 partes em peso de propilenoglicol, 2-5,5 partes em peso de sulfato de cobalto carbonato de cálcio, 10-15 partes em peso de éster poliisobutílico, 1-3 partes em peso de hidroxietilcelulose, 0,5- 1 parte em peso de pó de cymbopogon citratus, 0,5-1 parte em peso de pó de artemísia chinesa, 1-5 partes em peso de óleo de linhaça e 50-60 partes em peso de água desionizada. O revestimento divulgado pela invenção utiliza o pó cerâmico nano infravermelho distante, o silicato de sódio, a resina fenólica, o sal de amônio, o propilenoglicol, o carbonato de cálcio sulfato de cobalto, o éster poliisobutílico, a hidroxietilcelulose, o pó de cymbopogon citratus, o pó de artemísia chinesa e o óleo de linhaça como matérias-primas, os componentes interagem e

	são afetados um com o outro, e o revestimento preparado não apenas possui propriedades como resistência à água, resistência ao calor, isolamento térmico e resistência à compressão, mas também possui anti- propriedades de corrosão e anti-oxidação.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN226035040&_cid=P20-LAEHDX-40872-1

PATENTE	N113797290 - Hidrogel antibacteriano e método de preparação
País	China
Requerente	SUZHOU GONGZHENG BIO-MEDICINE CO., LTD.
Data Pedido	29.09.2021
Data Publicação	17.12.2021
Resumo	A invenção pertence ao campo técnico de produtos antibacterianos e descreve hidrogel antibacteriano e um método de preparação do mesmo. O hidrogel antibacteriano é preparado a partir dos seguintes componentes de um agente antibacteriano nano-prata, uma composição de extrato vegetal, um emulsificante, gel e água; e a composição do extrato da planta é uma combinação de um extrato de noz de galha, óleo de canela, óleo de folha de cymbopogon citratus, óleo de michelia alba e um extrato de flor de jasmim do cabo. De acordo com o hidrogel antibacteriano, a composição do extrato vegetal e o agente antibacteriano nano-prata são combinados, de modo que um efeito de interação sinérgica seja alcançado, um melhor efeito antibacteriano seja alcançado, a dosagem do agente antibacteriano nano-prata seja reduzida e o custo é economizado.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN345740765&_cid=P20-LAEHDX-40872-1

PATENTE	CN106318115 - Tinta de piso amiga do ambiente
País	China
Requerente	GUANGXI XINYA IMPERIAL COURT GARDEN ENGINEERING CO., LTD.
Data Pedido	19.08.2016
Data Publicação	11.01.2017
Resumo	A invenção descreve uma tinta para piso ecologicamente correta, feita a partir do componente A e do componente B; o componente A é feito, em peso, de 50-60 partes de resina epóxi modificada com poliuretano, 5-10 partes de um nano pigmento, 40-50 partes de acetato de etila, 10-20 partes de óleo de silicone emulsionado, 10-20 partes de óxido de zinco ativado, 10-20 partes de nano talco, 1-5 partes de nano magnet em pó, 1-2 partes de polietileno glicol octilfenol éter, 5-10 partes de cera de poliamida modificada, 1-2 partes de polidimetilsiloxano e 5 -8 partes de um repelente de mosquitos; o componente B é ácido fenolsulfónico; uma razão em peso do componente A para o componente B é (20-30):1; o repelente de mosquitos é feito de óleo essencial de absinto, óleo essencial de limão, óleo essencial de Cymbopogon citratus e vitamina B; a tinta de piso ecológica pode controlar e repelir mosquitos, pode purificar o ar e é verde.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN191956938&_cid=P20-LAEHDX-40872-1

Patentes de óleo essencial de Eucalyptus citriodora, Cymbopogon citratus e pesticidas

PATENTE	CN103828848 - Pesticidas biológicos botânicos amigos do ambiente
País	China
Requerente	QINGDAO AIHUALONG BIOTECHNOLOGY CO., LTD.
Data Pedido	23.11.2012

Data Publicação	04.06.2014
Resumo	A invenção revela um pesticida biológico botânico amigo do ambiente. O pesticida é caracterizado por o pesticida compreender, em peso, 20-30 partes de semente de Chinaberry, 10-20 partes de ramo e folha de Eucalyptus citriodora, 5-10 partes de Croton Seed, 10-25 partes de Illicium verum, 5- 12 partes de anis, 20-26 partes de bolo de sementes de chá, 10-16 partes de bolo de colza, 1-10 partes de um sinergista, 5-20 partes de Herba Taraxaci, 4-10 partes de beldroega, 6-9 partes de Cocklour Siberian Fruit, 10-15 partes de casca de romã, 11-15 partes de Artemisia argyi, 12-18 partes de Herba Houttuyniae, 5-18 partes de Andrographis paniculata e 100-150 partes de água. O pesticida ecologicamente correto é um novo pesticida com as vantagens de alta eficácia, pertinência, proteção ambiental, sem toxicidade secundária, sem residual, sem poluição, manutenção do equilíbrio ecológico e sem incômodo, é uma garantia importante para realizar a agricultura ecológica, o verde agricultura ecológica e empresas verdes, e tem uma ampla perspectiva.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN105265585&_cid=P20-LAF9TD-99574-1

PATENTE	CN104255825 - Pesticidas amigos do ambiente para viveiro
País	China
Requerente	QINGDAO BAOLIKANG NEW MATERIAL CO., LTD.
Data Pedido	26.08.2014
Data Publicação	07.01.2015
Resumo	Um pesticida ecológico para viveiro é composto das seguintes matérias-primas em partes por peso: 4 a 6 partes de ácido ascórbico, 3 a 7 partes de acetato de etila, 1 a 3 partes de etanol, 2 a 5 partes de fructus amomi óleo, 1 a 5 partes de tabaco em pó, 2 a 8 partes de óleo de soja, 0,5 a 2 partes de aschersonia em pó, 4 a 8 partes de erva-doce, 3 a 9 partes de senecio scandens, 6 a 10 partes de anis, 5 a 11 partes de andrographis paniculata, 6 a 13 partes de folha e galho de eucalipto citriodora, 2 a 7 partes de farinha de semente de chá, 1 a 4 partes de nux vomica e 5 a 10 partes de gelsemium elegans. O pesticida ecológico para viveiro tem um efeito muito bom de matar insetos e efeito protetor no viveiro e, ao mesmo tempo, o pesticida é verde e ecológico, tem pouca toxicidade e não afeta a qualidade do viveiro.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN130934582

PATENTE	CN107810984 - Pesticidas ecológicos e método de preparação
País	China
Requerente	XAOCAO INFORMATION INDUSTRY CO., LTD.
Data Pedido	07.11.2017
Data Publicação	20.03.2018
Resumo	A invenção refere-se a um pesticida ecologicamente correto e um método de preparação do mesmo. O pesticida ecológico é preparado a partir das seguintes matérias-primas em partes por peso: 5 a 9 partes de herba agrimoniae, 3 a 8 partes de raiz de olgaeae leucophylla, 5 a 10 partes de pó de rizóbio, 6 a 15 partes de folium isatidis, 3 a 7 partes de sêmen plantaginis, 4 a 8 partes de ramos e folhas de eucalipto citriodora, 2 a 5 partes de pó de fungo verde-muscardina, 2 a 7 partes de pó de oceanospirilli, 3 a 8 partes de pimentão vermelho, 5 a 10 partes de radix euphorbiae lantu, 3 a 8 partes de sêmen strychni lgnatii, 2 a 8 partes de radix tripterygii wilfordii, 10 a 20 partes de buprofezina, 2 a 5 partes de cletodim, 1 a 4 partes de spinosad e 50 a 100 partes de água. O pesticida ecológico tem as vantagens de baixa quantidade de resíduos de pesticidas, sem toxicidade, sem poluição, ampla fonte de matérias-primas, baixo custo e baixa possibilidade de produzir resistência a medicamentos.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN214223550&_cid=P20-LAF9TD-99574-1

PATENTE	CN101669529 - Composição repelente de mosquitos perfumada
País	China
Requerente	Guangzhou Baihua Flavors and Fragrances Co., Ltd.
Data Pedido	19.10.2009

Data Concessão	15.08.2012
Resumo	A invenção revela uma composição repelente de mosquitos perfumada, caracterizada pelo fato de a composição ser preparada pelos seguintes ingredientes, com base em porcentagem em peso, de: 0,1-1% de óleo de folha de limão selvagem, 0,1-2% de óleo de eucalipto, 0,5-3% de óleo de tea tree, 1-10% de óleo de folha de eucalipto citriodora, 0-0,5% de óleo de cravo, 0-0,2% de óleo de madeira de linaloe, 0-0,5% de óleo de hortelã-pimenta desmentolizado e o restante como diluente de alcano C14. A composição repelente de mosquitos faz pleno uso de três óleos essenciais repelentes de mosquitos, incluindo óleo de eucalipto, óleo de melaleuca e óleo de folha de eucalipto citriodora, que não contêm ingredientes pesticidas, mas são excelentes para repelir mosquitos, insetos e formigas, alcançando assim o repelente ideal de mosquitos. efeito e aceitação para o corpo humano e não gerando efeito colateral ao corpo humano, além disso, o custo da composição é baixo.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN83868131&_cid=P20-LAF9TD-99574-1

PATENTE	CN106665675 - Sinergia verde para pesticidas
País	China
Requerente	QINGDAO JUNENG PIPELINE EQUIPMENT CO., LTD.
Data Pedido	23.12.2016
Data Publicação	17.05.2017
Resumo	A invenção revela uma sinergia verde para um pesticida. A sinergia verde é preparado a partir dos seguintes componentes da fórmula em partes por massa: 6 a 8 partes de herba verbenae, 5 a 6 partes de extrato de sophora alopecuroides, 1 a 2 partes de gelsemium elegans, 2 a 6 partes de herba buddlejae lindleyanae, 2 a 3 partes de sêmen strychni ignatii, 5 a 7 partes de óleo de casca cítrica, 1 a 2 partes de Herba macleayae cordatae, 4 a 6 partes de ramo e folha de eucalipto citriodora, 4 a 5 partes de óleo de casca cítrica e 1 a 2 partes de derivado de terebintina. A sinergia verde é verde e ecologicamente correto, não tóxico, inofensivo e livre de resíduos, e é usado ao ser combinado com outros pesticidas; o efeito sinérgico pode atingir 85 por cento ou mais.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN198402321&_cid=P20-LAF9TD-99574-1

PATENTE	CN107788026 - Pesticidas biológicos amigos do ambiente e método de preparação
País	China
Requerente	XAOCAO INFORMATION INDUSTRY CO., LTD.
Data Pedido	07.11.2017
Data Publicação	13.03.2018
Resumo	A invenção refere-se a um pesticida biológico favorável ao meio ambiente e um método de preparação do mesmo. O pesticida biológico amigo do ambiente é preparado a partir das seguintes matérias-primas em partes por peso: 5 a 9 partes de herba andrographis, 3 a 8 partes de olgaea leucophylla, 1 a 5 partes de bactérias fotossintéticas, 2 a 7 partes de folium isatidis, 3 a 7 partes de pimenta preta, 4 a 8 partes de ramos e folhas de eucalipto citriodora, 2 a 5 partes de camptotecina, 2 a 7 partes de um pó de bactérias inseticida, 6 a 10 partes de malagueta, 5 a 10 partes de radix euphorbiae ebracteolatae, 3 a 8 partes de sêmen strychni ignatii, 2 a 8 partes de raízes comuns de três asas, 5 a 8 partes de buprofezina, 5 a 10 partes de tabaco e 50 a 100 partes de água. O pesticida biológico favorável ao meio ambiente divulgado pela invenção tem as vantagens de baixos resíduos de pesticidas, ausência de toxicidade ou poluição, ampla fonte de matérias-primas, baixo custo e baixa possibilidade de produzir resistência a drogas.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN213851857&_cid=P20-LAF9TD-99574-1

PATENTE	CN107410378 - Pesticidas não tóxicos e processo de preparação dos mesmos
País	China
Requerente	FENG XINPING
Data Pedido	01.06.2017

Data Publicação	01.12.2017
Resumo	A invenção revela um pesticida não tóxico e um processo de preparação do mesmo. O agrotóxico atóxico é preparado a partir dos seguintes componentes: 8 a 20 partes de eucalipto citriodora, 8 a 15 partes de casca de romã, 10 a 20 partes de xantoxilina, 10 a 20 partes de óxido de zinco, 5 a 10 partes de andrographis comum erva, 12 a 25 partes de matrina, 10 a 20 partes de quitina, 8 a 20 partes de fruta rangooncreeper, 7 a 18 partes de semente de ormosia, 5 a 15 partes de alcalóides de tripterygium wilfordii, 10 a 20 partes de acetil tributil citrato , 3 a 10 partes de emulsificante e 1 a 3 partes de nano íon de prata em pó. O método de preparação tem as vantagens de processo simples e proteção ambiental e sem poluição durante todo o processo de produção, e o pesticida obtido tem altos efeitos de esterilização e desinsetização, pode melhorar o rendimento das culturas, não polui o meio ambiente e não deixa resíduos, e tem bom valor econômico e valor social.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN207740674&_cid=P20-LAF9TD-99574-1

PATENTE	CN112043629 - Óleo essencial repelente de mosquitos que alivia a coceira
País	China
Requerente	ZHANJIANG FENGRUI PERFUME CO., LTD.
Data Pedido	29.09.2020
Data Publicação	08.12.2020
Resumo	A invenção revela um líquido repelente de mosquitos de óleo essencial de planta que alivia a coceira. O líquido repelente de mosquitos que alivia a coceira e alivia a coceira da planta seleciona matérias-primas: óleo essencial extraído da planta, incluindo óleo de citionela, óleo de eucalipto citriodora, óleo de rícino hidrogenado, óleo de eucalipto globulus e similares como uma fórmula, para que o líquido repelente de mosquitos seja preparado da fórmula natural pura; o líquido repelente de mosquitos não contém álcool, deet (inseticida), dimetilftalato (pesticida) ou outros componentes químicos, de modo que a irritação e a microtoxicidade da pele humana sejam evitadas, e até mesmo o líquido repelente de mosquitos atende ao padrão comestível ; Além disso, o líquido repelente de mosquitos pode efetivamente repelir mosquitos por até 1 hora, pode alcançar os efeitos de aliviar rapidamente a coceira e diminuir o inchaço, tem uma ampla faixa de aplicação e é adequado para a maioria das pessoas, especialmente crianças.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN313731923&_cid=P20-LAF9TD-99574-1

PATENTE	CN106305812 - Desinfetante ecológico
País	China
Requerente	GUANGXI CHUANGRUI BIOTECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.
Data Pedido	24.08.2016
Data Publicação	11.01.2017
Resumo	A invenção revela um desinfestante ecológico e seu método de preparação. O desinfestante ecológico compreende as seguintes matérias-primas: fermento, casca de cânfora, folha de melangolo, folha de cannabis sativa, agridoce angular, piretro, folium artemisiae argyi, folha de Eucalyptus citriodora e alicina. O desinfestante ecológico é preparado pelas etapas, como britagem, extração com solvente, recuperação, filtragem, concentração, secagem, mistura e peletização. O desinfestante ecológico é rico em propriedades antibacterianas de desinsetização, as pragas das culturas são borradas através dos cheiros amargos e azedos de várias matérias-primas para reduzir a quantidade de uso do inseticida; e particularmente, para culturas, como árvores de chá, os resíduos de pesticidas nas folhas de chá podem ser evitados, a fotossíntese das lâminas pode ser reforçada, a absorção de nutrientes é promovida e, assim, melhorando ainda mais a qualidade das folhas de chá.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN191959032&_cid=P20-LAF9TD-99574-1

PATENTE	CN106342942 - Incenso repelente de mosquitos de origem vegetal e método de preparação
País	China
Requerente	TIAN'E COUNTY QUANSHENG BEE INDUSTRY TECHNOLOGY CO., LTD.
Data Pedido	27.07.2016

Data Publicação	25.01.2017
Resumo	A invenção refere-se ao campo técnico de pesquisa e desenvolvimento de preparações de pesticidas, em particular a um incenso repelente de mosquitos de origem vegetal e um método de preparação do mesmo. O incenso repelente de mosquitos de origem vegetal é preparado a partir das seguintes matérias-primas em partes por peso: 50-60 partes de datura stramonium l, 20-25 partes de matthiola incana, 30-50 partes de herba rosmarini officinalis, 30-40 partes de pelargonium hortorum, 15-30 partes de radix glycyrrhizae, 15-20 partes de herba cymbopogonis citrati, 15-30 partes de pistacia weinmannifolia, 8-15 partes de herba lobeliae chinensis, 8-15 partes de acorus calamus linn, 8-15 partes de herba mirabilis jalapae e 5-10 partes de eucalipto citriodora. O incenso repelente de mosquitos de origem vegetal fornecido pela invenção é preparado a partir de matérias-primas medicinais tradicionais chinesas naturais puras em uma proporção científica, é razoável na colocação das matérias-primas medicinais tradicionais chinesas, é sinérgico em efeito das matérias-primas, livre de componentes químicos, sem fumaça e sem poeira durante o uso, bom em efeito repelente de mosquitos, inofensivo para o corpo humano, livre de agentes antibacterianos, conservantes e outros aditivos químicos, meio ambiente, saudável, simples e conveniente no método de uso, e de baixo custo, e tem um certo efeito inibidor e matador de vírus e bactérias de doenças infecciosas epidêmicas.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN192753724&_cid=P20-LAF9TD-99574-1

PATENTE	CN106116967 - Fertilizante orgânico de solo fértil original da planta
País	China
Requerente	GUANGXI EAST ASIA MODERN AGRICULTURE DEVELOPMENT CO., LTD.
Data Pedido	29.06.2016
Data Publicação	16.11.2016
Resumo	A invenção refere-se a um fertilizante de solo fértil orgânico de planta original. O adubo é obtido através das etapas em que farelo de chá, farelo de tung, lycoris radiata, talos de tabaco, folhas de cinamomo, resíduos de folha de louro, folhas de anis estrelado e folhas de eucalipto citriodora são utilizados como principais matérias-primas e submetidos ao esmagamento e despolpa, animal ou humano. as fezes são adicionadas para a fermentação de imersão, a água fervente, a concentração e a filtragem são conduzidas, os resíduos são filtrados e um componente 1 é obtido; enxofre e cal são adicionados à água 10 vezes da mistura de enxofre e cal para misturar e co-ebulição por 2 horas, a filtragem é realizada, os resíduos são filtrados e um componente 2 é obtido; o componente 1, o componente 2 e a salmoura bruta saturada são misturados na proporção de 5:3:2 e secos, e o fertilizante é obtido por meio de preparação. Casca de ervas selvagens, folhas, resíduos de frutas e similares e as fezes de animais ou humanos são preparadas no fertilizante, as matérias-primas são naturais e fáceis de obter, o processo é simples, ingredientes tóxicos de pesticidas químicos não estão contidos, ingredientes nocivos ou ovos de vermes nas matérias-primas podem ser efetivamente removidos no processo de tratamento de fermentação, e o índice de inocuidade do fertilizante preparado é alcançado. No processo de uso do fertilizante, o valor do pH do solo pode ser melhorado e regulado para ser neutro, e o fertilizante pode desempenhar o papel de facilitar o crescimento do fertilizante orgânico sob a condição de que a eficiência do fertilizante do arroz e da terra seca seja insuficiente.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN197111623&_cid=P20-LAF9TD-99574-1

PATENTE	CN104488999 - Inseticida biológico sem resistência a pesticidas
País	China
Requerente	QINGDAO LAOXIANG TEA PRODUCTS CO., LTD.
Data Pedido	30.12.2014
Data Publicação	08.04.2015

Resumo	A invenção revela um inseticida pesticida biológico sem resistência a pesticidas. O inseticida pesticida biológico compreende as seguintes substâncias em partes por peso: 15-32 partes de pó de bactéria de silicato, 9-26 partes de dodecil dimetil betaína, 1-5 partes de rizoma gastrodiae, 15-33 partes de óleo de cânfora, 20-26 partes de diatomita, 1-9 partes de pó de fungo verde muscardina, 19-38 partes de pó de bacillus cereus, 11-22 partes de ácido dodecilbenzeno sulfônico, 5-11 partes de benzoato de metila, 25-30 partes de óleo de cymbopogon citratus, 10 -19 partes de nisinasu e 6-17 partes de pó de micorriza arbuscular chaetocladium. O inseticida pesticida biológico divulgado pela invenção tem as vantagens de que a seletividade é forte, os efeitos de baixo resíduo e alta eficiência são alcançados, a ação de alta eficiência pode ser exercida por uma pequena quantidade de pesticida biológico e o inseticida pesticida biológico pode ser rapidamente decomposto, de modo que o problema da poluição ambiental causada por um pesticida tradicional seja evitado em geral; e a resistência a pesticidas não é propenso a gerar.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN132810909&_cid=P20-LAEHNE-42606-1

PATENTE	KR1020040099574 - COMPOSIÇÃO DE PESTICIDA DE EXTRATOS DE PLANTAS E COMPOSTOS PARA CONTROLAR EFICAZMENTE ÁCARO VERMELHO DE AVES
País	República da Coreia
Requerente	NATUROBIOTECH CO., LTD.
Data Pedido	19.05.2003
Data Concessão	14.09.2005
Resumo	OBJETIVO: É fornecida uma composição do pesticida a partir de extratos e compostos vegetais que possuem excelente atividade pesticida. A composição é inócua e controla eficazmente os ácaros vermelhos das aves. CONSTITUIÇÃO: A composição para o pesticida é caracterizada por conter, como ingrediente ativo, o extrato da planta selecionada do grupo constituído por Thymus vulgaris, Juniperus oxycedrus, Elettaria cardamomum, Juniperus communis, Carum carvi, Coriandrum sativum, Cymbopogon nardus, Salvia officinalis, Pelargonium graveolens, Citrus aurantifolia, Salvia sclerea, Pimento racemosa, Mentha piperita, Origanum vulgare, Eugenia caryophyllata, Eucalyptus globulus, Aniba rosaeodora, Melaleuca tenifolia, Cedrus atlantica, Rosmarinus officinalis, Cymbopogon martini, Citrus reticulata, Abies alba, Thymus masticina, Cymbopogon citratus, Vetivera zizanoides, Citrus limonum, Mentha spicata, Capsicum annuum var. angulosum, Zinger officinalis, Lavendula hybrida, Brassica juncea, Cocholearia armoracia, Cinnamomum cassia, Foeniculum vulgare, Paeonia suffruticosa Andrews, Lysimachia davurica, Illicium verum, Zanthoxylum schinifolium, Amomum villosum, Asiasarum sieboldii, Dryobalanops aromatica Gaertn. f e Mentha arvensis var. piperascens.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=KR657145&_cid=P20-LAEHNE-42606-1

PATENTE	PH2/2018/000374 - COMPOSIÇÃO DE PESTICIDA À BASE DE PLANTAS
País	Filipinas
Requerente	Bohol Island State University-Bilar Campus
Data Pedido	04.05.2018
Data Publicação	18.10.2019
Resumo	A presente utilidade divulgou uma composição de pesticidas à base de plantas que compreende malunggay (Moringa oleifera), makabuhay (Tinospora rumphil), capim-limão (Cymbopogon citratus) e açúcar mascavo. Uma boa fonte de pesticidas alternativos para substâncias tóxicas.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=PH278427433&_cid=P20-LAEHNE-42606-1

PATENTE	CN107285878 - Fertilizante foliar especial para Malus niedzwetzkyana (Dieck) e seu método de preparação
País	China
Requerente	HEBEI HANCHAO AGRICULTURAL TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.
Data Pedido	18.07.2017
Data Publicação	24.10.2017

Resumo	A presente invenção divulga um fertilizante foliar especial para Malus niedzwetzkyana (Dieck) e um método de preparação do mesmo, em que por 100 kg de água no fertilizante foliar especial compreendem as seguintes matérias-primas: 2000-3000 g de um agente microbiano, 1000-1500 g de uma substância contendo nitrogênio, 400-600 g de uma substância contendo fósforo, 600-800 g de uma substância contendo potássio, 1200-1800 g de oligoelementos, 90-140 g de ácido itacônico, 500-700 g de glicose , 50-80 g de ácido nitrilotriacético, 200-300 g de cymbopogon citratus, 100-180 g de suco de limão, 600-800 g de alquilbenzenossulfonato de sódio, 80-150 g de bentonita orgânica e 150-240 g de húmus solo. De acordo com a presente invenção, usando o agente microbiano, a substância contendo nitrogênio, a substância contendo fósforo, a substância contendo potássio, os oligoelementos, o ácido itacônico, a glicose, o ácido nitrilotriacético, o cymbopogon citratus, o suco de limão, o alquil benzeno sulfonato de sódio, a bentonita orgânica e o solo húmus como matérias-primas, o fertilizante foliar preparado tem efeitos de prevenção de doenças, inibição bacteriana, resistência e remoção de fitotoxicidade, pode reduzir o resíduo de pesticida em Malus niedzwetzkyana (Dieck), pode melhorar o sabor e a doçura de Malus niedzwetzkyana (Dieck), e pode melhorar ainda mais o pigmento vermelho de Malus niedzwetzkyana (Dieck).
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN205774102&_cid=P20-LAEHNE-42606-1

PATENTE	CN106342944 - Agente de controle de fitoterapia chinesa para doenças do chá e método de preparação do mesmo
País	China
Requerente	GUANGXI SUAN ECOLOGICAL AGRICULTURE CO., LTD.
Data Pedido	29.07.2016
Data Publicação	25.01.2017
Resumo	A invenção revela um agente de controle de fitoterapia chinesa para doenças do chá e um método de preparação do mesmo e pertence ao campo técnico de pesticidas fitoterápicos chineses. O agente de controle da fitoterapia chinesa compreende 3-10 partes de bainha de cana-de-açúcar, 40-80 partes de Baijiu, 2-8 partes de folha de cannabis, 1-5 partes de banana, 2-10 partes de waxberry, 3-15 partes de romã casca, 3-12 partes de mahonia fortunei, 2-13 partes de cinzas de plantas, 1-5 partes de ramulus cinnamomi, 2-9 partes de poria cocos, 1-7 partes de verbena, 2-6 partes de fructus rubi, 1 -5 partes de litsea cubeba, 1-8 partes de paeonia suffruticosa, 2-12 partes de radix bupleuri, 2-6 partes de perilla roxa, 1-5 partes de radix ophiopogonis, 2-9 partes de Cymbopogon citratus e 2-7 partes de lophatherum grácil. O método de preparação inclui: processamento de matérias-primas, extração, secagem por pulverização, secagem e embalagem. O agente de controle da medicina herbal chinesa tem as vantagens de que as matérias-primas naturais puras são usadas para substituir os pesticidas para controlar as doenças e pragas do chá, os resíduos de pesticidas no chá são reduzidos e o sabor e o valor nutricional do chá são melhorados favoravelmente.
Endereço	https://patentscope.wipo.int/search/pt/detail.jsf?docId=CN192753749&_cid=P20-LAEHNE-42606-1