



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 1003983-0 B1



(22) Data do Depósito: 06/10/2010

(45) Data de Concessão: 22/01/2019

(54) Título: MÉTODO PARA O COMBATE SIMULTÂNEO À PROLIFERAÇÃO DE MOSQUITOS E ALGAS EM AMBIENTES AQUÁTICOS

(51) Int.Cl.: A01N 25/30; A01N 25/00.

(73) Titular(es): MARCOS EDUARDO SEDRA GUGLIOTTI.

(72) Inventor(es): MARCOS EDUARDO SEDRA GUGLIOTTI; JOSÉ GALIZIA TUNDISI.

(57) Resumo: MÉTODO E COMPOSIÇÃO PARA O COMBATE SIMULTÂNEO À PROLIFERAÇÃO DE MOSQUITOS E ALGAS EM AMBIENTES AQUÁTICOS. A presente invenção versa sobre um método para combater simultaneamente a proliferação de mosquitos e algas em ambientes aquáticos, e uma composição não poluidora para a aplicação do método proposto. O método desta invenção baseia-se no espalhamento de um filme monomolecular de surfactantes sobre a água o qual modifica as características de sua superfície tornando-a inadequada para a reprodução tanto de mosquitos quanto de algas. A composição desta invenção apresenta baixa toxicidade, é usada em pequenas quantidades e não provoca alterações na qualidade da água. Devido a seu modo de ação, a composição não induz resistência nos organismos-alvo e pode ser aplicada em lagos, açudes, represas e cursos d'água com baixa velocidade, como rios e canais de irrigação.

“MÉTODO PARA O COMBATE SIMULTÂNEO À PROLIFERAÇÃO DE MOSQUITOS E ALGAS EM AMBIENTES AQUÁTICOS”

A presente invenção, pertencente ao setor de inseticidas e algicidas, versa sobre um método e uma composição para combater
5 simultaneamente a proliferação de mosquitos vetores e algas em ambientes aquáticos. Especificamente, esta invenção descreve um método que se baseia no espalhamento de um filme monomolecular sobre a água para alterar as propriedades de sua superfície, tornando-a inadequada para a reprodução de mosquitos e algas, bem como uma composição não poluidora formadora de
10 filmes monomoleculares para a aplicação do método proposto.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

A água doce é a principal preocupação ambiental deste século (“Freshwater Resources”, Science, special issue 5790, vol.313, pp.1016-1145, 2006). As sociedades de todo o mundo utilizam reservatórios de água tais como
15 lagos, açudes, represas, rios ou canais para diversas finalidades, entre elas abastecimento, geração de energia, irrigação, pesca, navegação e lazer. Porém, apesar das campanhas de conscientização ambiental, pouco tem sido feito para preservar a qualidade das reservas hídricas do planeta, o que favorece a degradação do meio ambiente e pode também gerar graves problemas de
20 saúde.

A crescente poluição de rios e lagos por meio do lançamento direto de esgotos e do descarte de produtos tóxicos promove a eutrofização, que é o resultado do enriquecimento da água com nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, que aceleram o crescimento de plantas aquáticas e outros
25 organismos, como as algas (“Eutrofização na América do Sul: causas, consequências e tecnologias para gerenciamento e controle”, J. G. Tundisi, T. M. Tundisi, C. S. Galli, 2006).

Certas espécies de algas produzem neurotoxinas e hepatotoxinas que alteram significativamente a qualidade da água, aumentando os custos de
30 seu tratamento e afetando seriamente a saúde de animais e humanos. Algumas

dessas espécies, como as cianobactérias, possuem clorofila e realizam fotossíntese, e competem por um lugar na superfície da água em busca da luz do sol para se reproduzirem. As florações de algas causam impactos sociais, econômicos e ambientais bastante negativos, e já foram observadas em reservatórios do semi-árido brasileiro, comprometendo o uso da água em uma região que já sofre com a seca (I. A. S. Costa et al, "Occurrence of toxin-producing cyanobacteria blooms in a brazilian semiarid reservoir", Braz. J. Biol., v.66(1B), pp.211-219, 2006).

Mesmo na ausência de poluição, fatores como o clima, o desequilíbrio ecológico ou a falta de manutenção dos reservatórios de água fazem com que estes se transformem em criadouros para diversas espécies de mosquitos vetores, passando a representar uma ameaça para toda a sociedade. Certas espécies de mosquitos depositam seus ovos na superfície da água, os quais evoluem para larvas, pupas e finalmente para mosquitos adultos. Dentre os vetores mais comuns que se reproduzem em ambientes aquáticos estão os insetos dos gêneros *Culex*, que transmite elefantíase e encefalite, *Anopheles* (pernilongo), transmissor da malária, e *Aedes*, que transmite a febre amarela e a dengue, que atualmente é a epidemia mais grave no Brasil. A dengue é transmitida pelo *Aedes aegypti*, e é a doença reemergente que mais preocupa os governos do mundo inteiro devido ao seu potencial de assumir formas letais e ao fato de circular nos cinco continentes. Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) apontam que o número de pessoas infectadas anualmente é entre 50 a 100 milhões, sendo que a cada ano 550 mil doentes necessitam de hospitalização, dos quais 2,5% morrem ("Dengue and dengue haemorrhagic fever", <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/>, acessado em 08/2010).

A proliferação de mosquitos e algas em ambientes aquáticos é mais comum em regiões com clima tropical, tropical-quente ou semi-árido, porém trata-se de um problema de saúde pública mundial que ameaça também o meio ambiente e a disponibilidade de recursos hídricos, gerando enormes prejuízos sócio-econômicos.

Sobre o combate à proliferação de mosquitos vetores

O controle de mosquitos vetores pode ser feito por métodos mecânicos, químicos ou biológicos, como a utilização de armadilhas, a aplicação de inseticidas (como os compostos da classe dos terpenos ou dos organofosforados, cujo impacto ambiental é alto), ou por meio da introdução, no ecossistema, de mosquitos geneticamente modificados ou de microorganismos que se alimentam dos mosquitos. Porém, é pouco provável que o uso de armadilhas ou a aplicação de inseticidas em mosquitos que estejam voando livremente apresente resultados significativos, pois mesmo que sejam capturados ou mortos tais mosquitos já podem ter desovado em diversos lugares. O uso de mosquitos geneticamente modificados é uma técnica polêmica, pois além da necessidade de se produzir e liberar um número extremamente grande de mosquitos em um ecossistema ainda não se sabe o que poderá ocorrer quando um organismo com seu genoma modificado for introduzido na natureza. Assim, a melhor estratégia para reduzir a população de insetos é combatê-los em seus principais nascedouros, ou seja, em locais com água represada ou em cursos d'água com baixa velocidade.

São poucas as técnicas para inibir a proliferação de mosquitos vetores que podem ser aplicadas diretamente em reservatórios de água. Por exemplo, é possível utilizar o *Bacillus thuringiensis israelensis* (B.t.i.) contra larvas de *Aedes* e o *Bacillus sphaericus* (B.s.) contra larvas de *Culex* e *Anopheles*. Entretanto, essa prática, assim como todas as formas de biorremediação, encontra limitações devido à possibilidade de causar desequilíbrio ecológico caso as espécies introduzidas no ecossistema a ser tratado não sejam nativas do local (introdução de espécies exógenas). Além disso, os microorganismos usados são eficientes apenas contra larvas, apresentando estreito espectro de ação. A aplicação de inseticidas em corpos d'água é inviável devido à toxicidade e às grandes quantidades necessárias, e tal método não é empregado. Por outro lado, a reprodução de mosquitos em ambientes aquáticos pode ser inibida pela aplicação de um filme monomolecular de surfactantes sobre a água, ou seja, um filme cuja espessura é o próprio comprimento das moléculas que os formam.

Sabe-se que certos surfactantes formam filmes que reduzem apreciavelmente a tensão superficial da água. Além disso, um filme de surfactantes espalhado sobre a água confere maior elasticidade à sua superfície. Em consequência dessas mudanças nas propriedades superficiais da água, a proliferação de mosquitos pode ser afetada por um ou mais dos seguintes efeitos:

5 (i) redução da tensão superficial, provocando o afundamento de ovos, larvas e pupas que acabam morrendo por não mais terem acesso ao ar; (ii) aumento da elasticidade superficial, dificultando a penetração do sifão de larvas e pupas através da superfície da água, impedindo-as de respirar e provocando sua morte

10 por asfixia; (iii) aumento da molhabilidade da parede interna do sifão das larvas e pupas pela redução da tensão superficial, facilitando assim a entrada de água e causando sua morte por afogamento; (iv) aumento da molhabilidade das patas e de outras partes do corpo do mosquito adulto, aumentando sua aderência à superfície da água e dificultando sua decolagem, ocasionando sua morte após

15 curto período de tempo.

Com base nos efeitos descritos acima, foram idealizadas diferentes composições contendo surfactantes para combater a proliferação de mosquitos em ambientes aquáticos. Por exemplo, a patente britânica GB 1.557.804, de 1976, sugere o uso de uma composição contendo éteres de alquilpoliglicóis diluídos em solventes como querosene e hexano. A patente americana US

20 4.160.033, de 1979, prefere uma mistura formadora de filmes duplex (não monomoleculares) ou filmes monomoleculares contendo monooleato de sorbitana e opcionalmente alcoóis insaturados e/ou ramificados com 15 a 19 átomos de carbono na cadeia, incluindo álcool isoestearílico etoxilado. A patente US

25 4.569.947, de 1986, descreve uma mistura contendo um ou mais isômeros ramificados de alcoóis graxos no estado líquido, podendo conter também derivados etoxilados. O uso de alcoóis etoxilados, propoxilados ou alcoxilados também é objeto da invenção US 6.512.012. Já a patente US 5.635.194, de 1997, prevê o uso de alcoóis etoxilados solúveis em água para atacar larvas de

30 borrachudos. A patente US 6.077.521, de 2000, usa álcool graxo linear contendo entre 13 e 16 carbonos se saturado, ou entre 13 e 18 se insaturado, em uma forma "miscível" com água, obtida por sonicação e/ou adição de um detergente.

Esta invenção afirma que não é a redução da tensão superficial que afeta as larvas de mosquitos, e sim um efeito anestésico observado em alcoóis lineares saturados contendo até 12 átomos de carbono em suas cadeias. Segundo esta invenção, alcoóis com cadeias maiores não apresentam efeitos contra os mosquitos, a não ser que sejam insaturados. A patente GB 2.376.887, de 2002, utiliza álcool cetosteárilico etoxilado em conjunto com microorganismos, preferencialmente B.t.i.. Já a invenção WO 2004/040977 A1, de 2004, também registrada sob o número PI-0215925-2, descreve a transformação de uma composição para reduzir a evaporação de água formada inicialmente pela mistura entre $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e álcool cetílico e/ou álcool estearílico em uma composição para matar larvas de insetos vetores que pode conter tanto B.t.i. como B.s., porém acrescida de lauril álcool. Tanto no resumo como em outras partes da invenção WO 2004/040977 A1, incluindo nas reivindicações, o inventor afirma que os alcoóis graxos devem ser misturados a um agente larvicida, preferencialmente B.t.i., indicando que não são os surfactantes que combatem os mosquitos. Mais especificamente, o inventor sugere que, para a obtenção de uma versão do produto com atividade apenas contra larvas, os alcoóis graxos podem ser excluídos da formulação. Com isso, a invenção desconsidera qualquer ação larvicida por parte dos surfactantes usados, os álcoois cetílico e estearílico.

As patentes mencionadas acima descrevem composições com semelhanças em suas fórmulas, como a preferência por derivados etoxilados de alcoóis graxos, e o mesmo ocorre para as composições que utilizam microorganismos em conjunto com surfactantes. Entretanto, todas essas invenções apresentam a limitação de serem eficientes para um ou outro estágio de vida dos mosquitos, especialmente as larvas de 4º estágio (4th instar larvae). Há invenções que sugerem o uso de solventes orgânicos tóxicos e de formas miscíveis com água, o que implica, respectivamente, em dano ambiental e redução da eficiência devido à solubilização do surfactante na coluna d'água.

Sobre o combate à proliferação de algas

De acordo com o guia da OMS, e assim como no caso dos mosquitos, os métodos para o controle de algas são divididos em dois grupos:

métodos mecânicos e métodos químicos, que englobam também os métodos biológicos ("Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management", Editores I. Chorus e J. Bartram, World Health Organization, 1999). O primeiro grupo inclui a remoção mecânica das colônias de algas da superfície da água, que pode ser feita, por exemplo, pelo uso de "skimmers", mais aplicados em derrames de óleo no mar. A filtração constitui outra alternativa de remoção mecânica, porém é inviável no caso de florações em lagos. O segundo grupo envolve o uso de microorganismos e produtos algicidas (que provocam a morte dos organismos) ou algistáticos (que inibem a floração sem matar). Com relação ao uso de microorganismos, o B.t.i. é o mais utilizado. No caso dos algicidas, os mais usados são os produtos contendo sulfatos e óxidos de cobre, cloro e seus derivados, e oxidantes enérgicos (como KMnO_4).

Algumas composições utilizam surfactantes, como aquela descrita na patente americana US 3.2457.05, de 1966, que faz uso de um inibidor do crescimento de algas composto por alcoóis graxos amino-substituídos com 8 a 18 carbonos na molécula, preferencialmente 1-amino-2-undecanol, os quais são solúveis em água. A patente US 3.807.983, de 1974, ensina a inibição do crescimento de plantas aquáticas pelo uso de compostos contendo amônio quaternário, como os algicidas para piscinas, preferencialmente cloreto de 3-trimetil-8-pentadecil amônio e similares, os quais também são solúveis em água. Já a patente US 4.398.937, de 1983, menciona o uso de ácidos graxos insolúveis, mas prefere seus sais solúveis de sódio e potássio. De acordo com a invenção, as composições são específicas para cianobactérias e agiriam como venenos de contato (contact poisons). O inventor menciona que os componentes são solúveis em água nas concentrações que serão aplicados, mas sugere sua dissolução prévia em água ou mesmo em solventes orgânicos miscíveis com água. O inventor ainda menciona que os componentes irão se difundir na coluna d'água, mas argumenta que "...nesta invenção isso não é um problema sério devido à rápida ação dos agentes" (coluna 3, linhas 8-9), e que a aplicação pode ser feita por meio da injeção das composições sob a superfície da água (coluna 3, linha 20). Levando em conta as formas de aplicação das composições

sugeridas pelo inventor, a solubilidade em água de tais composições e o conteúdo das reivindicações (especialmente a de número 2, que protege ácidos graxos na forma de sais solúveis em água), conclui-se que a invenção US 4.398.937 negligencia a capacidade dos ácidos graxos e de seus sais de formarem filmes na superfície da água. De fato, nesta e em todas as outras patentes mencionadas acima que fazem uso de surfactantes para o combate às algas uma característica comum é o uso de surfactantes solúveis que são misturados à coluna d'água para atuarem como algicidas. Nada foi mencionado sobre a formação de um filme na superfície da água como forma de inibir a proliferação de algas. Assim, não foram encontradas no estado da técnica invenções que utilizam filmes monomoleculares de surfactantes para combater simultaneamente mosquitos e algas. Um método para esta finalidade, bem como uma composição para sua aplicação, são objetos da presente invenção.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A invenção versa sobre um método para combater simultaneamente a proliferação de mosquitos e algas em ambientes aquáticos, e uma composição não poluidora para a aplicação do método proposto. A novidade e a atividade inventiva do invento consistem no espalhamento de um filme monomolecular de surfactantes sobre a água o qual modifica as características de sua superfície tornando-a inadequada para a reprodução tanto de mosquitos quanto de algas, sendo que a composição desta invenção apresenta baixa toxicidade, é usada em pequenas quantidades e não provoca alterações na qualidade da água. Devido a seu modo de ação, a composição não induz resistência nos organismos-alvo e pode ser aplicada em lagos, açudes, represas e cursos d'água com baixa velocidade, como rios e canais de irrigação.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A presente invenção utiliza o espalhamento de um filme monomolecular de surfactantes sobre a água como forma de combater simultaneamente a proliferação de mosquitos e algas em ambientes aquáticos, bem como uma composição para aplicação do método proposto.

Com relação ao método, e conforme mencionado anteriormente, a presença de um filme de surfactantes sobre a água reduz sua tensão superficial, causando a perda de flutuabilidade de pequenos objetos, aumentando a molhabilidade de superfícies sólidas, e conferindo maior elasticidade à superfície, podendo produzir um ou mais desses efeitos sobre ovos, larvas, pupas e mosquitos adultos. Porém, a redução da tensão superficial também causa o afundamento de algas, o que inibe sua proliferação já que esses organismos competem por um lugar na superfície em busca do sol.

O uso de filmes superficiais, sejam eles monomoleculares ou não, para combater simultaneamente a proliferação de mosquitos e algas é inédito, e apresenta diversas vantagens em relação aos métodos usados para combater isoladamente esses organismos. A principal vantagem diz respeito ao mecanismo de ação, que é puramente mecânico e baseado na redução da tensão superficial da água, não envolvendo o uso de substâncias tóxicas como venenos. Essa estratégia é particularmente importante por evitar o rompimento da membrana celular das algas e a conseqüente liberação de toxinas na água, fenômeno que ocorre quando são utilizados algicidas, como o sulfato de cobre. O filme atua diretamente na superfície da água, concentrando o efeito no local onde os mosquitos e as algas se reproduzem, aumentando assim sua eficiência e diminuindo a possibilidade de afetar espécies não-alvo. Outras vantagens incluem a adição de um único produto na água, evitando combinações indesejáveis de mais de um produto as quais podem levar a reações secundárias no meio ambiente, e o uso de menores quantidades de produto, já que uma pequena quantidade de um surfactante forma um filme monomolecular que se espalha espontaneamente por grandes áreas de superfície líquida. Graças a essas características, o método desta invenção pode ser aplicado por longos períodos de tempo em um corpo d'água, mantendo baixos os custos e reduzindo o impacto ambiental. O método proposto ainda permite a utilização de composições sólidas ou líquidas, cuja aplicação pode ser feita por meio de pulverizadores comumente usados na agricultura. Esse aspecto do método torna viável também o tratamento de lagos com grandes dimensões, o que não ocorre quando se utilizam produtos

miscíveis com água devido à grande quantidade necessária e ao impacto ambiental gerado.

Para que o método desta invenção seja aplicado com êxito, os surfactantes usados devem apresentar certas características, entre elas redução apreciável da tensão superficial, baixa solubilidade em água, rápido espalhamento sobre sua superfície na forma de um filme monomolecular e baixa toxicidade. Entretanto, não há como prever se um filme monomolecular de um surfactante com as características acima irá apresentar efeito sobre a proliferação de mosquitos e, ao mesmo tempo, sobre a floração de algas, porém sem romper a membrana celular desses organismos. Por isso, a identificação de uma composição que apresente todas essas propriedades não é óbvia e depende de experimentação. A partir de observações durante testes realizados em laboratório e em um reservatório real, constatou-se que certos surfactantes pertencentes ao grupo dos alcoóis graxos apresentam as características ótimas para a aplicação do método proposto, especialmente quando utilizados na forma de misturas. Entre os surfactantes identificados estão os alcoóis graxos lineares saturados com 16 ou mais átomos de carbono em suas cadeias. Uma mistura formada preferencialmente por dois desses alcoóis, podendo conter ainda outros componentes, é capaz de formar um filme monomolecular que afeta a proliferação tanto de mosquitos quanto de algas.

É importante ressaltar que a patente US 6.077.521 descreve uma composição para combater mosquitos contendo alcoóis graxos saturados com até 16 átomos de carbono nas cadeias e cujo mecanismo de ação, segundo aqueles inventores, não está relacionado com a redução da tensão superficial, mas sim com um efeito anestésico que é mais pronunciado quando se utilizam alcoóis graxos de cadeias menores. A invenção contida na patente WO 2004/040977 A1 também desconsidera o potencial dos alcoóis graxos no combate aos mosquitos e prefere utilizar composições contendo microorganismos, e das quais esses surfactantes podem ser excluídos. Assim, a presente invenção é justamente o contrário do que foi descrito naquelas invenções, com a ressalva de que os filmes monomoleculares desses alcoóis também podem ser usados para o combate à proliferação de algas, não previsto anteriormente.

A composição desta invenção é formada por uma mistura binária de alcoóis graxos com 16 ou mais átomos de carbono nas cadeias, incluindo preferencialmente combinações entre os alcoóis 1-hexadecanol, 1-heptadecanol e 1-octadecanol, e mais preferencialmente entre 1-hexadecanol e 1-octadecanol, podendo ainda ser acrescida de outros surfactantes e veículos, sólidos ou líquidos. Esses alcoóis saturados, contendo 16 ou mais átomos de carbono nas cadeias, são sólidos à temperatura ambiente, praticamente insolúveis em água e são reconhecidamente atóxicos, razão pela qual têm sido largamente utilizados na formulação de alimentos e medicamentos. Estudos em laboratório revelaram que uma mistura contendo uma parte em peso de 1-hexadecanol e quatro partes em peso de 1-octadecanol forma um filme monomolecular que se espalha com velocidade superior a 20 cm/s sobre a água e é capaz de reduzir sua tensão superficial em mais de 40 unidades. Além disso, o filme misto formado por esses alcoóis confere à superfície da água grande elasticidade, e é capaz de resistir a ventos com velocidade moderada. Essas características do filme são atribuídas a uma sinergia entre as moléculas desses alcoóis graxos, a qual promove melhor empacotamento do filme, ou maior concentração de moléculas por unidade de área e, conseqüentemente, maior redução da tensão superficial com relação aos filmes dos componentes isolados. Tal efeito não foi observado em filmes formados por alcoóis de cadeias mais curtas, e não são conhecidas teorias capazes de prever a ocorrência desse fenômeno.

Em sua forma preferencial, a composição desta invenção é sólida e apresenta-se na forma de pó, com a mistura binária de alcoóis graxos podendo compreender entre 10 e 70% em peso da composição, dependendo do veículo usado. Para a composição sólida, os veículos devem ser materiais inertes e com pouca capacidade de absorver água, evitando assim que as partículas da composição afundem e deixem de atuar na superfície da água. Dentre os materiais que apresentam essas características estão alguns materiais silicosos, como em exemplos não restritivos a areia de praia ou terra diatomácea, os minerais carbonáceos, os diversos tipos de calcário (calcítico, dolomítico e magnesiano), ou mesmo carbonatos e óxidos de cálcio e magnésio. Devido à propriedade antiaglomerante desses veículos, a composição sólida admite o uso

de um único veículo ou de misturas entre veículos diferentes, como, por exemplo não restritivo, uma mistura entre calcário e areia de praia, ou uma mistura entre terra diatomácea e carbonato de cálcio. Para o caso da utilização de carbonatos como único veículo (seja de cálcio ou de magnésio), a mistura binária de alcoóis graxos deve compreender entre 40 e 70% em peso da composição, preferencialmente cerca de 50%. Já para os outros veículos sólidos, incluindo suas possíveis combinações, a mistura binária de alcoóis deve compreender entre 10 e 30% em peso da composição, preferencialmente ao redor de 20% em peso.

O processo de fabricação da composição sólida é simples e envolve as etapas de fusão do(s) surfactante(s) e adição, sob agitação, do(s) veículo(s) já na forma de pó, mantendo a temperatura na faixa de 70 a 100°C, preferencialmente ao redor de 90°C. A adição do(s) veículo(s) deve ser feita de forma contínua até que se observe a formação de uma pasta, quando então a adição é interrompida e a mistura é resfriada, preferencialmente em uma etapa única, para próximo da temperatura ambiente (20°C). A massa sólida é então triturada e moída, e os eventuais grumos formados durante o processo podem retornar à etapa inicial de fusão e mistura. A granulometria das partículas é controlada pela passagem dos grãos por peneiras, de forma a se obter uma composição cujas partículas apresentam tamanho médio entre 1 e 150 micrômetros, preferencialmente ao redor de 50 micrômetros. A aplicação da composição sólida deve ser feita sobre a superfície da água. Para uma composição contendo cerca de 50% em peso da mistura binária de alcoóis graxos, recomenda-se a dosagem de 0,5 kg por hectare de superfície líquida, ao passo que para uma composição sólida contendo ao redor de 20% em peso da mistura de alcoóis recomenda-se a aplicação de 1 kg por hectare. Em ambos os casos, deve ser feita reposição a cada 48 horas, em média, devido à biodegradação dos alcoóis graxos.

A mistura binária de alcoóis graxos também pode ser incorporada em veículos apropriados para se obter uma composição líquida. Nesse caso, é dada preferência para veículos líquidos com baixa toxicidade e imiscíveis com água, evitando assim perda dos componentes formadores do filme para a coluna

d'água. Entre os possíveis veículos líquidos estão os óleos, tanto de origem vegetal como mineral. No caso dos óleos vegetais é dada preferência para aqueles que apresentam também alguma atividade contra os organismos-alvos (algas ou mosquitos). Um exemplo é o óleo de citronela, que além de se espalhar espontaneamente sobre a água e de solubilizar os alcoóis graxos utilizados na presente invenção apresenta também ação repelente contra mosquitos. Óleos vegetais comerciais também podem ser utilizados como veículos, especialmente aqueles das marcas Agrex oil-Vegetal, Natur'l. óleo, Veget. Oil e Crop Oil.

Um fator determinante para a escolha dos óleos é a sua toxicidade, especialmente quando se considera a incorporação na fórmula de um óleo mineral. Nesse caso, preferência é dada para os óleos usados como adjuvantes em caldas de pulverização para o controle de pragas na agricultura, e cuja toxicidade é reconhecidamente baixa a ponto de permitir sua aplicação no meio ambiente. Entre os exemplos de óleos minerais que apresentam essas características estão os produtos das marcas OPPA, OPPA-BR e OPPA-BR-CE, comercializados pela empresa brasileira Petrobrás Distribuidora SA., além dos óleos Sovaspray, Assist, Dytrol, Iharol e Mineral Oil.

Assim como para a composição sólida, nas formulações no estado líquido os veículos podem ser usados puros ou na forma de misturas. Entretanto, para todas as composições líquidas, a mistura binária de alcoóis graxos deve compreender entre 5 e 35% em peso da composição, preferencialmente ao redor de 20% em peso. Ainda com relação às composições no estado líquido, outros surfactantes insolúveis em água poderão ser incorporados à formulação em pequenas quantidades, até 3% em peso da composição, para facilitar ainda mais o espalhamento do filme de alcoóis graxos e/ou para potencializar a redução da tensão superficial. Dentre os outros surfactantes insolúveis adequados para serem incorporados na composição líquida estão a surfactina e aqueles pertencentes à classe dos ácidos graxos lineares saturados, preferencialmente aqueles que são líquidos à temperatura ambiente, contendo entre 7 e 10 átomos de carbono em suas cadeias, preferencialmente o ácido nonanóico.

As composições no estado líquido são produzidas por um processo simples de mistura, envolvendo apenas a dissolução dos alcoóis graxos nos veículos, o que pode ser realizado em tanques com agitação controlada, operando preferencialmente à temperatura ambiente. Assim como na preparação da composição sólida, tal processo não envolve reações químicas entre os
5 constituintes da composição, evitando assim alterações nas propriedades que os alcoóis graxos utilizados naturalmente apresentam.

A aplicação da composição líquida deve ser feita da mesma forma sugerida para a composição sólida, ou seja, sobre a superfície da água e por
10 meio de pulverizadores comumente usados na agricultura. Porém, o uso de óleos como veículo pode aumentar a resistência do filme de alcoóis graxos à biodegradação, aumentando assim sua persistência no meio ambiente. Por essa razão, a composição líquida é indicada para a aplicação em corpos d'água que abrigam alta carga orgânica e, conseqüentemente, maior população de
15 microorganismos. Nesse caso, a dosagem de aplicação recomendada é entre 2 e 4 litros por hectare de superfície líquida, necessitando de reposição a cada 48 horas, em média. Em ambientes aquáticos onde a carga orgânica é menor, recomenda-se a aplicação da mesma quantidade, porém com reposição a cada 72 horas, em média.

Seja qual forma o tipo de composição, sólida ou líquida, recomenda-se que a aplicação seja feita a favor do vento, especialmente no caso das composições sólidas por se tratar de um pó fino. Independentemente do estado físico da composição, o controle da qualidade pode ser feito com base em diferentes ensaios, incluindo a verificação da densidade, da velocidade de
25 espalhamento do filme em condições padronizadas, e por análises periódicas de teores específicos.

Além de testes ecotoxicológicos que comprovam a baixa toxicidade da composição desta invenção, testes de eficiência já foram realizados em laboratório e em campo, e alguns resultados estão aqui apresentados na forma
30 de exemplos, os quais são meramente ilustrativos e não limitam o escopo da invenção.

EXEMPLOS

Exemplo 1

Em um recipiente circular preenchido com água foram adicionadas 80 pupas de *Culex quinquefasciatus*, e em seguida cerca de 25 mg de uma composição sólida, com granulometria correspondente a 150 Mesh, formada por 5 uma mistura entre carbonatos e óxidos de cálcio e magnésio e 20% de uma mistura de 1-hexadecanol e 1-octadecanol. O recipiente foi deixado em repouso e monitorado por 48 horas. A mortalidade das pupas foi computada com base na contagem do número de organismos que deixaram de se movimentar 10 com o passar do tempo, conforme protocolo da literatura específica. A mortalidade dos mosquitos adultos foi determinada contando os indivíduos mortos na superfície da água. Foram feitas três repetições do mesmo experimento, e o percentual do número de indivíduos mortos (total de pupas e mosquitos adultos) em diferentes intervalos de tempo foi calculado, resultando 15 nas seguintes taxas médias de mortalidade: 32,50% após 2 horas, 66,67% após 24 horas, e 90% após 48 horas.

Exemplo 2

Um experimento como o do Exemplo 1, porém com o número inicial de 100 pupas de *Aedes aegypti*. As taxas médias de mortalidade foram: 7,67% 20 após 2 horas, 87,67% após 24 horas, e 98,00% após 48 horas.

Exemplo 3

Um experimento como o do Exemplo 1, com larvas de *Anopheles aquasalis* e com o número inicial de 100 indivíduos, e uma repetição desse mesmo experimento utilizando pupas. Tanto para pupas como para larvas, a taxa 25 de mortalidade foi de 100% após 2 horas.

Exemplo 4

Terrinas redondas idênticas foram preenchidas com cerca de 1:250 ml de um meio de cultura e 5 ml de uma cultura de cianobactérias do gênero

Microcystis aeruginosa, cujas florações são as mais comuns no mundo. As culturas foram mantidas em uma sala de cultivo climatizada, em ambiente estéril, com temperatura controlada de 21 ± 2 °C e fotoperíodos de 12/12 h luz/escuro. Em séries independentes de experimentos foram adicionadas aos recipientes 5 quantidades de 25, 50, 75 e 100 mg da composição sólida do experimento do Exemplo 1, e 25, 50, 75 e 100 ml de uma composição líquida formada por álcoois graxos e um óleo vegetal. Durante períodos de cerca de uma semana, foram retiradas diariamente alíquotas das culturas para a análise de clorofila-a e para a 10 contagem de células para a elaboração da curva de crescimento das cianobactérias. Os resultados foram comparados com aqueles obtidos pela análise das alíquotas retiradas de uma cultura controle, sem adição das composições. Ao final dos experimentos, observou-se que, na cultura controle, o crescimento das cianobactérias continuou de forma exponencial, enquanto foram observadas quedas no crescimento das culturas e aceleração da morte dos 15 organismos para ambas as composições nas quantidades de 100 mg e 100 ml. Os resultados foram confirmados pela redução na produção de clorofila-a, a qual pôde ser detectada visualmente pela alteração da cor esverdeada para a amarela dos meios de cultura nas terrinas.

Exemplo 5

20 Um teste de inibição do crescimento de algas verdes foi realizado em dois tanques de piscicultura de 290 m² localizados na cidade de Petrolina - PE. Um dos tanques serviu como controle, enquanto uma quantidade equivalente a 100 mg/m² (ou 1 kg/hectare) de uma composição semelhante a do Exemplo 1 foi adicionada em um segundo tanque. Em experimentos com duração de até 30 25 dias, a inibição do crescimento das algas foi detectada por meio da comparação entre a coloração da água nos tanques, sendo que a água do tanque que recebeu a composição ficou visivelmente mais límpida após o tratamento. Ao final dos testes, não foram detectadas alterações na qualidade da água do tanque que recebeu a composição em comparação com a água do tanque controle.

REIVINDICAÇÕES

1- MÉTODO PARA O COMBATE SIMULTÂNEO À PROLIFERAÇÃO DE MOSQUITOS E ALGAS EM AMBIENTES AQUÁTICOS,

para uso com uma composição compreendendo 10 a 70% em peso de uma
5 mistura binária de álcoois graxos, contendo uma parte de 1-hexadecanol e
quatro partes de 1-octadecanol, e um ou mais veículos sólidos pertencentes ao
grupo dos materiais silicosos, materiais carbonáceos, carbonatos e óxidos de
cálcio e magnésio, caracterizado por compreender as etapas de (i)
pulverização da composição sobre a superfície da água, a favor do vento, na
10 dosagem de 1 kg por hectare; e (ii) reaplicação da composição a cada 48
horas, em média, sendo que o método pode ser aplicado por longos períodos
de tempo em lagos e cursos d'água com baixa velocidade.

2- MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, sendo que a
mistura binária de álcoois graxos compreende entre 5 e 35% em peso da
15 composição e os veículos são líquidos compreendendo óleos vegetais, óleos
minerais ou suas misturas, caracterizado pela dosagem variar entre 2 a 4 litros
por hectare.