

BIOTECNOLOGIA NA AGRICULTURA: USO DE INERTE PARA AUMENTAR A PERSISTÊNCIA DE MICRORGANISMO BENÉFICO EM CONDIÇÕES HOSTIS DE CAMPO

Patrícia de Fátima Faleiros Ribeiro¹; Flávia Araci de Camargo Santos²; Diogo Mateus do Nascimento³; Matias Shin Iti Hara⁴; Adriana Regina Generoso⁵

Área Temática: Meio ambiente e desenvolvimento sustentável

RESUMO

O controle biológico nas lavouras tem crescido pela eficiência, baixo custo e segurança ambiental. Na região de São José do Rio Preto, SP, utiliza-se o fungo *Metarhizium anisopliae* no controle da cigarrinha da raiz, *Mahanarva fimbriolata*, na cana-de-açúcar. Contudo nosso clima contribui para uma alta taxa de mortalidade do fungo no solo, comprometendo a viabilidade da aplicação. O objetivo da presente pesquisa foi testar formulações associadas com géis retentores de água (aqui chamado de inerte), que serão pulverizadas utilizando um pulverizador costal. Devido à capacidade do inerte de aumentar a densidade da calda, foi avaliado o comportamento da calda na presença de inerte associado aos reagentes comuns da aplicação de fungos entomopatogênicos (água e espalhante). Um dos inertes testados foi considerado promissor para a pulverização, sendo necessários estudos adicionais para obter a melhor concentração para aplicação com trator e para determinar a compatibilidade com o fungo entomopatogênico.

Palavras Chave: controle biológico de pragas; biotecnologia; hidrogel; pulverização.

ABSTRACT

Biological control in crops has grown by efficiency, low costs and environmental safety. In the region of São José do Rio Preto, the fungus *Metarhizium anisopliae* is used in the control of the root spittlebug, *Mahanarva fimbriolata*, in sugarcane. However our climate contributes to a high mortality rate of the fungus in the soil, compromising the viability of the application. The aim of this present research was to test formulations associated with water sealing gels (here called inert), which will be sprayed using a costal sprayer. Due to the ability of the inert to increase the density of the syrup, the behavior of the syrup was evaluated in the presence of inert associated with the common reagents of the application of entomopathogenic fungi (water and spreader). One of the inertes tested was considered promising for spraying, therefore studies such as better concentration for application by tractor and compatibility with the entomopathogenic fungus are required.

Keywords: biological control of pests; biotechnology; hydrogel; spray.

1 INTRODUÇÃO

O controle biológico é uma tecnologia que está sendo adotada cada vez mais pelos produtores e que consiste no uso de inimigos naturais de uma determinada praga, que são liberados na lavoura com o intuito de combater de forma natural os insetos invasores. Assim, é possível evitar o uso de defensivos agrícolas químicos, através de uma tecnologia de baixo custo e com eficiência comprovada.

¹ Faculdade de Tecnologia de São José do Rio Preto-FATEC; e-mail: pfffaleiros@gmail.com.

² Faculdade de Tecnologia de São José do Rio Preto-FATEC; e-mail: docemania_flavia@hotmail.com.

³ Faculdade de Tecnologia de São José do Rio Preto-FATEC; e-mail: diogo_nh@hotmail.com.

⁴ Faculdade de Tecnologia de São José do Rio Preto-FATEC; e-mail: matiashara@yahoo.com.br.

⁵ Faculdade de Tecnologia de São José do Rio Preto-FATEC; e-mail: ageneroso@fatecriopreto.edu.br.

No caso da cultura da Cana de açúcar, uma das principais pragas que atacam praticamente todos os canaviais da região de São José do Rio Preto e que causam perdas significativas na produção é a Cigarrinha da Raiz (*Mahanarva fimbriolata*), inseto que, em sua fase adulta, suga a seiva da planta e transmite toxinas causando a queima das folhas. O inimigo natural responsável por combater a Cigarrinha é o *Metarhizium anisopliae*, um fungo que cresce em solos e que parasita a Cigarrinha causando paralisação de todo o sistema nervoso e posteriormente sua morte (ALMEIDA, 2014).

Uma das dificuldades do uso de fungos entomopatogênicos em algumas regiões do Brasil são as altas temperaturas e baixos índices de pluviosidade em algumas épocas ano (LANZA *et al.*, 2009). Estas condições climáticas podem causar a morte do conídio (estrutura de dispersão do fungo) antes mesmo da germinação. Este fator restringe o uso do patógeno somente durante a época das chuvas ou em locais com irrigação ou cultivo protegido (MORA *et al.*, 2016).

Para aumentar a eficiência do controle biológico e viabilizar a utilização do mesmo em nossa região são necessárias algumas mudanças na aplicação, principalmente na calda ao ser pulverizada (LEITE *et al.*, 2003). Essas mudanças podem estar associadas ao uso de um inerte a base de gel, utilizado na fertirrigação, que possui características de absorção e liberação de água e nutrientes (FORTH GEL, 2018), juntamente com o fungo, para proteção contra o calor, reter umidade e estender o tempo de vida do fungo. Para isso, testes com o inerte serão importantes para avaliar a melhor proporção do produto para a calda e sua eficiência na lavoura.

O presente trabalho faz parte de uma linha de pesquisa que visa buscar soluções que aumentem a eficácia e eficiência das formulações de fungos entomopatogênicos nas lavouras do noroeste paulista, que apresenta um clima muito quente e seco. Uma das estratégias é aplicar o fungo na cultura da cana um mês antes da chegada da cigarrinha na cultura, de forma a suprimir de maneira mais eficiente a população deste inseto-praga. Para isto, é preciso a presença de um inerte que mantenha o fungo vivo nas condições hostis do campo até o surgimento do inseto alvo para que o fungo possa colonizá-lo, porque o fungo precisa de um substrato para manter-se vivo no campo.

O objetivo da presente pesquisa foi avaliar o comportamento de aspersão da calda preparada com hidrogel associado aos reagentes comuns da aplicação de fungos entomopatogênicos.

2 METODOLOGIA

Como inerte para retenção da água junto ao fungo depois da pulverização foram usadas duas marcas à base de gel disponíveis no mercado: Hydroplan-EB (Figura 1) e Forth Gel para Plantio (Figura 2). Estes géis são utilizados para retenção de água no solo junto à raiz. No presente trabalho a metodologia foi adaptada pelos autores para a aplicação juntamente com o fungo no pulverizador costal. Foi denominada calda cada combinação entre os reagentes formando uma solução (quando a dissolução foi total e homogênea) ou uma suspensão (quando foi adicionado o fungo, pois os conídios não se dissolvem).

Para fazer os testes de aplicação, foi utilizado um Pulverizador costal Intech Machine GP2000 (Figura 3) com bico cônico próprio (Figura 4), espalhante adesivo Quimifol Premium (Figura 5) e o fungo *Metarhizium anisopliae* disponibilizado pela Oligos Biotec (Figura 6). O corante utilizado foi o Tingecor da cor azul escuro (Figura 7). Este corante foi escolhido devido ao custo acessível e ao fato de não formar suspensão de coloides, o que aumenta a viscosidade dos líquidos, influenciando os testes.

Figura 1 - Hydroplan-EB



Fonte: Boutin, 2018

Figura 2 - Forth gel para plantio



Fonte: Forth Jardim, 2018

Também foram preparadas suspensões contendo espalhante-adesivo Quimifol (Figura 5) de forma a observar o efeito deste adjuvante sobre a suspensão com hidrogel uma vez que espalhante-adesivos são amplamente utilizados nas pulverizações com fungos entomopatogênicos para ajudar na aderência dos conídios sobre as folhas de cana e sobre o corpo do inseto.

Para aplicação das suspensões foram utilizadas bandejas de alumínio e folhas de papel A4, nas quais foi aspergida a calda com os diferentes produtos. Para o cálculo das dosagens dos produtos foram utilizados uma balança da marca Batiki para pesagem (Figura 8) dos produtos sólidos e uma seringa descartável de 5 ml para os produtos líquidos, além de água como veículo da suspensão de conídios.

O primeiro passo para a realização dos testes constituiu-se no preparo da calda (RAMOS & ARAÚJO, 2018). Foram preparadas diferentes combinações de calda de forma a observar o comportamento do fluido ao ser pulverizado com bomba costal na presença de diferentes compostos, como explicado no item 2.1. As proporções de reagentes e inertes estão apresentadas na Tabela 1.

No segundo passo foram feitas as pulverizações de forma a observar o comportamento do fluido e a formação de gotas de diferentes maneiras. Estes testes seguiram a ordem e os componentes apresentados na Tabela 1. Todos os testes foram filmados e fotografados. Em cada teste foram feitas três avaliações:

- Aspersão da suspensão com uma parede ao fundo de forma a observar o comportamento do jato, sua abertura e conicidade;
- Aspersão da suspensão em folha de papel sulfite A4 para observar e registrar o tamanho e o padrão de distribuição das gotas;
- Aspersão da suspensão em bandeja de alumínio que permitia a observação do padrão das gotas, tamanho e volume das mesmas.

Figura 3 - Bomba costal Intech Machine GP2000.



Fonte: Intechmachine, 2018

Figura 4 - Bico cônico Intech.



Fonte: Foto feita no próprio laboratório

Figura 5 - Espalhante Quimifol Premium.



Fonte: Fênix Agro, 2018

Figura 6 - Fungo *Metarhizium anisopliae* - Oligos Biotec



Fonte: Oligos Biotec, 2018

Figura 7 - Corante Tingecor azul



Fonte: Guarany Corantes, 2018

Figura 8 - Balança digital Batiki.



Fonte: Foto feita no próprio laboratório

Importante salientar que não existem protocolos para testes com hidrogéis e, portanto, os autores desenvolveram protocolo próprio para os testes. Durante e após os testes foram feitas análises comparativas do comportamento da calda durante a pulverização levando em consideração de como deve ser aplicação em campo.

Tabela 1. Proporções dos reagentes em cada preparação para os testes de pulverização.

Nº da preparação*	Componentes da calda em cada teste e suas quantidades					
	Água (1L)	Corante (7,5 g/L)	Fungo (0,005 g/L)	Espalhante (1g/L)	Gel Hydroplant (g/L)	Gel Forth (g/L)
1	água	corante	0	0	0	0
2	água	corante	fungo	0	0	0
3	água	corante	fungo	espalhante	0	0
4	água	corante	fungo	0	0,05	0
5	água	corante	fungo	0	0,02	0
6	água	corante	fungo	espalhante	0,05	0
7	água	corante	fungo	0	0	0,05
8	água	corante	fungo	0	0	0,02

* A palavra preparação foi usada para designar tanto a soluções como as suspensões.

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a realização dos testes foi possível observar diversas variações no comportamento das suspensões, conforme a combinação dos componentes (Figuras 9 e 10). Estas variações ocorreram principalmente em função da viscosidade da suspensão com o acréscimo dos géis e do espalhante.

Em relação à marca do gel utilizado, notou-se grande diferença entre as mesmas, sendo que o Gel Forth foi o que mostrou melhor desempenho de aplicação (preparações 7 e 8, Tabela 1), combinado com o fungo e sem espalhante (Figura 9 G a L).

Considerando apenas o conjunto de suspensões que usaram gel e fungo (preparações 2 a 8), a suspensão que mostrou melhor desempenho durante as aplicações foi a preparação 8 (água, corante, fungo e Gel Forth 0,02 g/L) (Figuras 10 J, K e L). Diferente do controle (preparação 1: continha apenas água e corante), esta suspensão mostrou formação de pequenas agregados do gel, os quais mantiveram retido o corante, permitindo a observação dos mesmos como pontos de azul mais fortes nas figuras. No entanto estes agregados não prejudicaram a pulverização no bico testado, o que pode ser comprovado com a semelhança com o controle (Figura 9A, B e C).

Por outro lado, estas formações de gel não foram observadas na suspensão que usou maior concentração do Gel Forth, ou seja, 0,05g/L (Figuras 10 G, H e I). Durante os registros foi observado que a suspensão com menor concentração de Gel Forth passou maior tempo em repouso, após preparada, antes da pulverização, o que provavelmente favoreceu a formação dos agregados de gel. Logo após a pulverização do Gel Forth em maior concentração foi observado formação de agregados de gel no fundo do tanque de pulverização. Portanto, é importante considerar o tempo de descanso da suspensão após o preparo para que se forme o gel na suspensão antes da aplicação. Nos experimentos, este tempo foi cerca de 10 min, no entanto não houve teste metodológico para determinar com precisão, o que pode ser realizado em trabalhos futuros.

Outra observação importante feita a partir da formação dos agregados de gel é a necessidade de agitação do tanque para que os agregados de gel mantenham em suspensão durante a aplicação, proporcionando maior eficiência. Este procedimento não irá onerar a aplicação do fungo uma vez que a suspensão é formada por conídios (daí o nome suspensão e não solução) e precisa ser agitada durante as aplicações, ou seja, já é uma rotina de campo (NASCIMENTO, DOUGLAS PRESCILIO. Tecnólogo da Faculdade de Tecnologia de São José do Rio Preto. Comunicação Pessoal. 2018).

Já nos testes do gel Hydroplant, a suspensão ficou extremamente densa (gelificada) e de difícil aplicação, mesmo na menor concentração e sem o espalhante (preparação 5). Durante o teste não houve formação de cone na saída do bico, mas sim a formação de um jato concentrado (Figura 9. J, K e L e Figura 10 A a F), o que é totalmente inadequado para as aplicações em campo, uma vez que se deseja que a suspensão atinja maior área possível, de forma a espalhar os conídios.

Importante salientar que estes géis não foram fabricados para uso com pulverizador, mas sim para aplicação direta no solo antes do plantio, portanto não existiam informações preliminares sobre a dose de uso destes géis para pulverização até o presente trabalho. Assim, para definição das primeiras doses a serem testadas foram feitos pré-testes com o gel e observação da saturação de formação de coloides na solução de água com corante. Sugere-se que as doses de gel sejam estudadas de maneira mais aprofundada, assim como a quantidade de gel que será necessária para manter o fungo vivo em campo na época da seca, considerando o custo benefício para o produtor rural que poderá misturar o gel na hora da aplicação ou da empresa que poderá adicionar na formulação do produto. Além disto, não foram encontradas publicações que relatassem testes com uso de hidrogel, apesar da informação de que este gel já

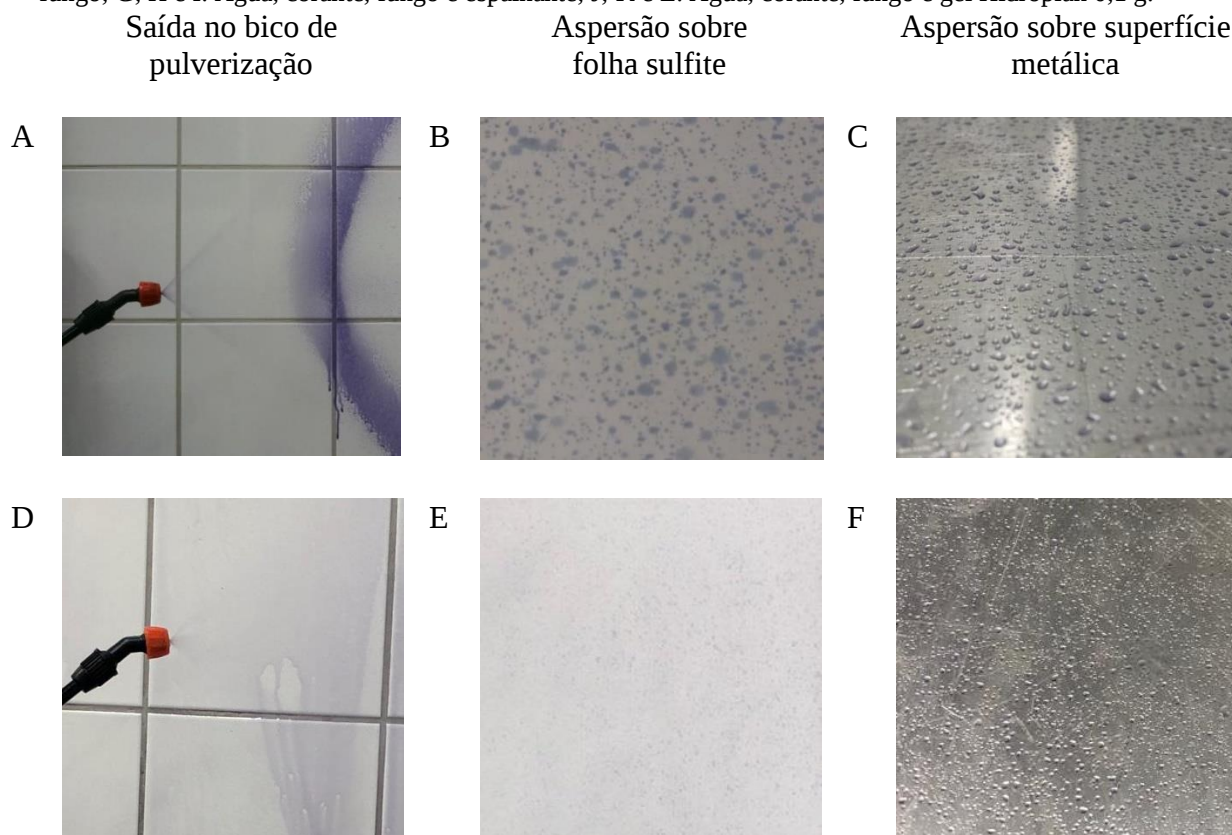
tem sido indicado por alguns fabricantes para ser aplicado associado ao fungo (BATISTA, CASSIO MIGUEL. Oligos Biotecnologia - Empresa de controle biológico. São José do Rio Preto. Comunicação pessoal. 2018).

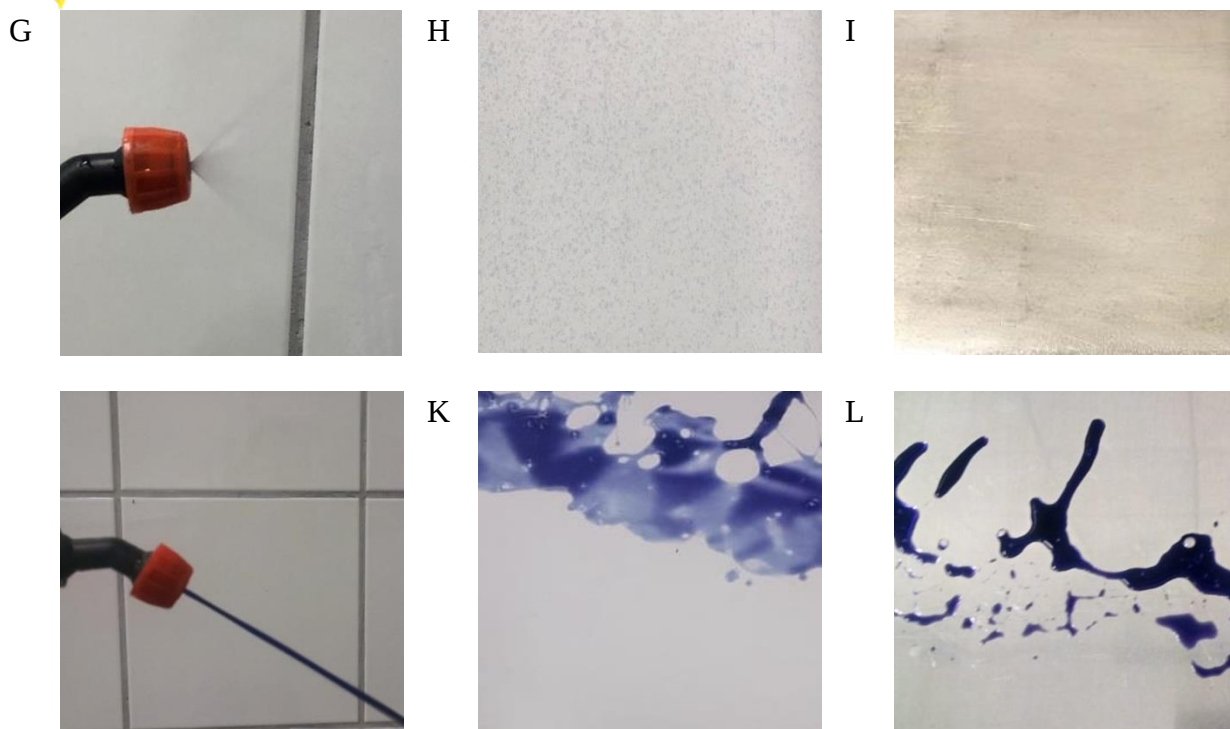
Os testes com espalhante (preparações 3 e 6) deixaram claro que este adjuvante também aumenta demasiadamente a viscosidade das suspensões, prejudicando a pulverização (Figura 9. J, K e L e Figura 10 A a F).

O espalhante não aumentou a viscosidade da suspensão e realmente exerce a função de diminuir as gotas e melhorar a adesão das mesmas nas superfícies (Figura 9. D, E e F). No entanto, na presença do adjuvante o corante ficou mais claro, diminuindo a visibilidade durante a formação do cone e a aplicação no papel. Este adjuvante possui função importante de ajudar a espalhar a suspensão de conídios por maior superfície de folha e solo, além de otimizar a aderência dos mesmos nas folhas da planta. Esta condição faz com que a cigarrinha, ao caminhar pelas folhas ou sobre o solo procurando locais para se alimentar ou acasalar, tenha maior probabilidade de entrar em contato com conídios, que irão levar ao parasitismo do inseto pelo fungo (GALLO, 2002).

Pulverizadores costais são utilizados em larga escala por pequenos produtores rurais e/ou agricultura familiar, o que justifica os primeiros testes terem sido realizados com este equipamento, além da necessidade de se obter um panorama geral num primeiro momento. Mas, no caso de áreas maiores, são utilizados pulverizadores maiores e mais sensíveis à densidade de calda, portanto é importante a realização de testes com pulverizadores maiores para conclusões mais apuradas.

Figura 9 - Registro das suspensões em diferentes superfícies. A, B e C. Água e corante; D, E e F. Água, corante e fungo; G, H e I. Água, corante, fungo e espalhante; J, K e L. Água, corante, fungo e gel Hidroplan 0,1 g.





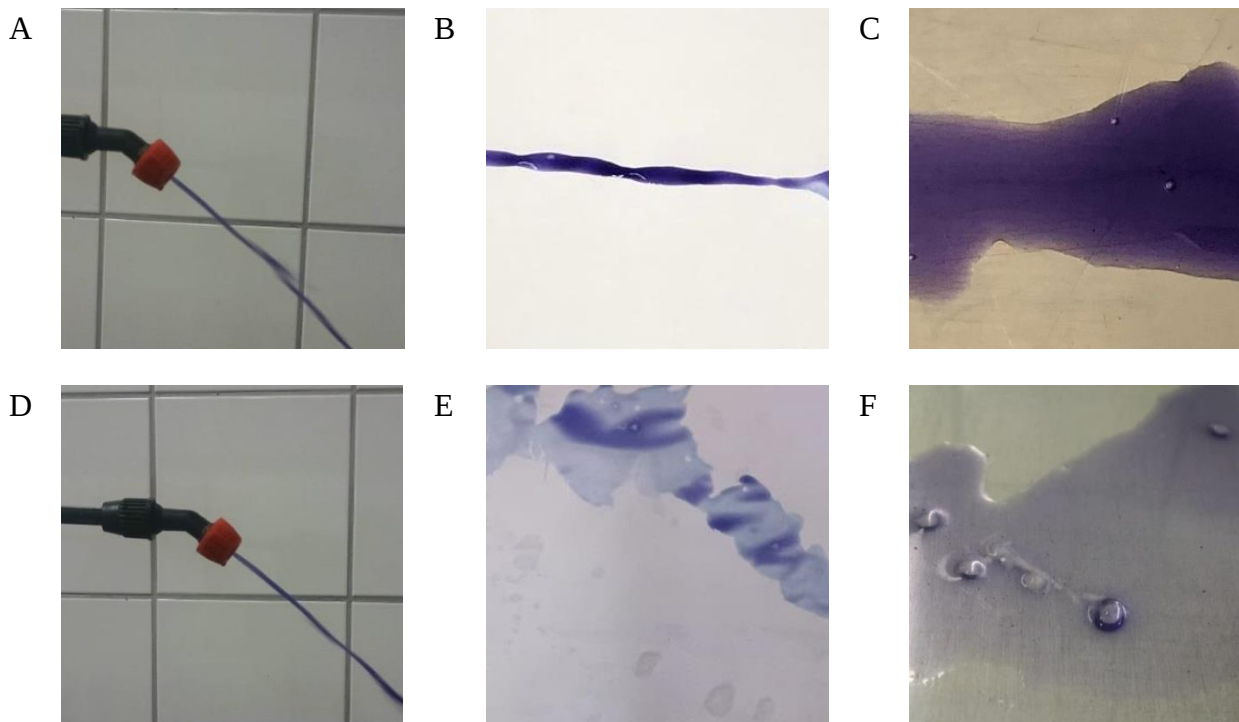
Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

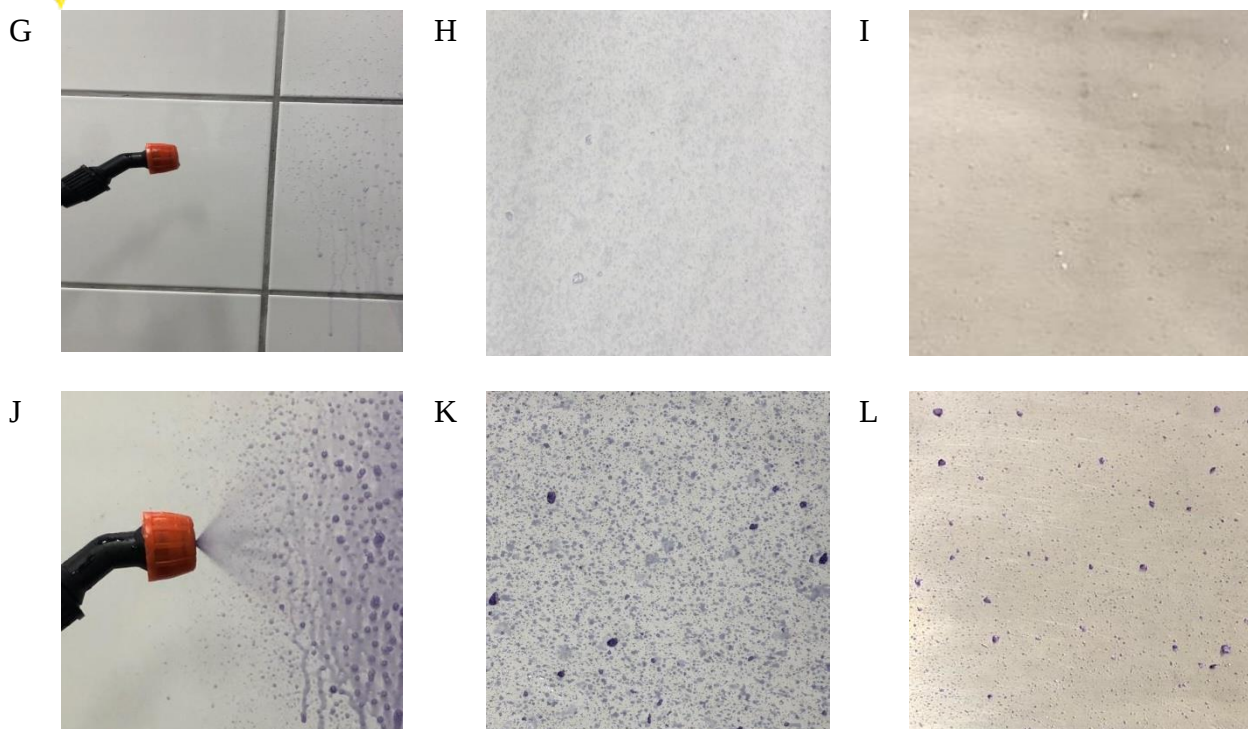
Figura 10 - Registro das suspensões em diferentes superfícies. A, B e C. Água, corante, fungo e gel Hidroplan 0,04g; D, E e F. Água, corante, fungo, espalhante e gel Hidroplan 0,1g; G, H e I. Água, corante e fungo e Gel Forth 0,1g e J, K e L. Água, corante, fungo e Gel Forth 0,04 g.

Saída no bico de
pulverização

Aspersão sobre
folha sulfite

Aspersão sobre superfície
metálica





Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Praticamente não existem registros de pesquisas utilizando inertes para aumento da sobrevivência de microrganismos, no entanto uma das pioneiras pode ser citada como inspiradora do presente trabalho. Trata-se do processo de capsulação do escleródio (forma de resistência) de fungos que causam doenças em plantas. Neste exemplo, um gel de encapsulação do conídio (partícula de propagação) do *Trichoderma* ajuda a manutenção e sobrevivência deste conídio até alcançar seu alvo, como pode ser visto na ilustração proposta pelo fabricante (Figura 11). Apesar do exemplo, não se sabe se o gel irá encapsular o conídio do *Metarhizium* ou servir de substrato para manutenção do fungo.

Figura 11. Figura ilustrativa da encapsulação de conídios de *Trichoderma*.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Gel Forth mostrou melhor comportamento de aplicação em todos os testes, mostrando-se promissor para uso combinado na aplicação do fungo em condições ambientais hostis; testes mais apurados precisam ser feitos para determinar as melhores dosagens.

O Gel Hidraplant tornou as suspensões demasiadamente viscosas nas mesmas concentrações utilizadas para o Gel Forth; testes mais apurados devem ser feitos para reavaliar o uso deste gel.

É preciso aguardar algum tempo após o preparo, antes de pulverizar as suspensões, para que se formem os colóides que irão manter o conídio no campo, mas este tempo precisa ser melhor avaliado.

O espalhante pode ser utilizado sem problemas junto com as suspensões e o gel;

Sugere-se que seja testada a compatibilidade entre o gel e o fungo antes dos testes em campo, avaliando viabilidade dos conídios e crescimento junto ao gel.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J.E.M.; BATISTA FILHO, A.; LEITE, L.G. Fungos Entomopatogênicos. **In: Curso Controle Microbiano de Insetos Fungos Entomopatogênicos**. Instituto Biológico, Campinas, 2014, 73 p.

FORTH GEL. **Gel para plantio**. 2018. Disponível em: <http://www.gelparaplantio.com.br/?gclid=EAIaIQobChMIj_WKktCJ3gIVhYiRCh2f6QVBEAAYASAAEgJt8vD_BwE>. Acesso em 15 de outubro de 2018.

LANZA, L. M.; MONTEIRO, A.C.; MALHEIROS, E.B. Sensibilidade de *Metarhizium anisopliae* à temperatura e umidade em três tipos de solos. Santa Maria: **Ciência Rural**, v.39, n.1, p.6-12, jan-fev, 2009.

LEITE, L.G.; BATISTA FILHO, A.; ALMEIDA, J.E.M.; ALVES, S.B. **Produção de fungos entomopatogênicos**. Ribeirão Preto, SP: Ed. Pinto, A.S, 2003, 96 p.

MORA, M.A.E.; CASTILHO, A.M.C.; FRAGA, M.E. Fungos Entomopatogênicos: Enzimas, Toxinas e Fatores que Afetam a Diversidade. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 18, n. 3, p. 335-349, 2016.

RAMOS, H.H.; ARAÚJO, D. de. **Preparo da calda e sua interferência na eficácia de agrotóxicos**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/V2/index.htm>. Acesso em 30 de setembro de 2018.