

# VIII SIMPÓSIO DA CIÊNCIA DO AGRONEGÓCIO

05 E 06 DE NOVEMBRO DE 2020  
PORTO ALEGRE - RS

ISBN: 978-65-86232-99-8



## “INOVAÇÃO E EMPREENDEDORISMO NO AGRONEGÓCIO”

### Organizadores:

Ângela Rozane Leal de Souza - UFRGS  
Daniela Callegaro de Menezes - UFRGS  
Letícia de Oliveira - UFRGS  
Samanta Ongaratto Gil - UFRGS  
Murilo Campos Rocha Lima - UFRGS

Realização

Apoio

Patrocinadores





# ANAIS DO VIII SIMPÓSIO DA CIÊNCIA DO AGRONEGÓCIO



**UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL**

**REITOR**

**Prof. Carlos André Bulhões**

**VICE-REITORA:**

**Profa. Patrícia Helena Lucas Pranke**

**PRÓ-REITORA DE ENSINO**

**Profa. Cintia Inês Boll**

**VICE PRÓ-REITOR DE PÓS-GRADUAÇÃO**

**Prof. Júlio Otávio Jardim Barcellos**

**PRÓ-REITORA DE EXTENSÃO**

**Profa. Adelina Mezzari**



**CEPAN**

**AGRONEGÓCIO  
UFRGS**

**DIRETOR**

**Prof. Jean Philippe Palma Revillion**

**VICE-DIRETORA**

**Profa. Kelly Lissandra Bruch**

**COORDENADORA DO PPG-AGRONEGÓCIOS**

**Profa. Daniela Callegaro de Menezes**

**COORDENADORA SUBSTITUTA DO PPG-AGRONEGÓCIOS**

**Profa. Líris Kindlein**





# ANAIS DO VIII SIMPÓSIO DA CIÊNCIA DO AGRONEGÓCIO

## COORDENAÇÃO DO EVENTO:

Profa. Ângela Rozane Leal de Souza - UFRGS  
Profa. Daniela Callegaro de Menezes - UFRGS  
Profa. Letícia de Oliveira - UFRGS  
Doutoranda Samanta Ongaratto Gil - UFRGS

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios (CEPAN) -  
PPG Agronegócios - Porto Alegre, 2020

## Comissão Organizadora:

Prof. Homero Dewes - UFRGS  
Prof. Jean Philippe Palma Revillion - UFRGS  
Prof. Marcelino de Souza - UFRGS  
Profa. Kelly Lissandra Bruch - UFRGS  
Débora Mara Correa de Azevedo - UFRGS  
Adriano Bruzza - UFRGS  
Adriano Diego Klein - UFRGS  
Alexandre Valente Selistre - UFRGS  
Alice Borges Ferreira - UFRGS  
Ana Paula Gobbi Bitencourt - UFRGS  
Bernardo Dias Machado - UFRGS  
Diego Durante Mühl - UFRGS  
Felipe Nunes Duarte - UFRGS  
Fernanda dos Santos Ramos - UFRGS  
Jacqueline Pires Coin - UFRGS  
Juliane Webster de Carvalho Galvani - UFRGS  
Julio Cesar de Vargas Oliveira - UFRGS  
Lidiane Zambenedetti - UFRGS  
Luciane Rosa de Oliveira - UFRGS  
Manoela da Silva Zuchetto - UFRGS  
Manuela Eliza Gularte Vargas - UFRGS  
Marina de Camargo Santos Neta - UFRGS  
Marlise Santos De Almeida - UFRGS  
Murilo Campos Rocha Lima - UFRGS  
Pedro Henrique Sessegolo Ferzola - UFRGS  
Plinio Esteban Ramírez Alvarez - UFRGS  
Sandro da Luz Moreira - UFRGS  
Tatiana Hatsck de Souza - UFRGS  
Vinícius Brack Gestaro - UFRGS





# ANAIS DO VIII SIMPÓSIO DA CIÊNCIA DO AGRONEGÓCIO

## Comissão Científica:

Adriane Bruchez - UFRGS  
Alessandra Matte - UTFPR  
Alexandre Meyer - UFRGS  
Alice Munz Fernandes - UFRGS  
Ana Paula Alf Lima Ferreira - UFRGS  
Ana Paula Burin Fruet - SEAPDR  
André Mendes Ribeiro Corrêa - SEAPDR  
Andrea Troller Pinto - UFRGS  
Angel Dos Santos Fachinelli Ferrarini - UFR  
Ângela Rozane Leal de Souza - UFRGS  
Antônio Domingos Padula - UFRGS  
Caeverton de Oliveira Camelo - UFRGS  
Cainã Lima Costa - UFRGS  
Camila Traesel Schreiner - UFRGS  
Carina Philomena - SEAPDR  
Carla Forte Maiolino Molento - UFPR  
Caroline P. Spanhol Finocchio - UFMS  
Caroline Saraiva - UFRGS  
Caroline Soares da Silveira - UFRGS  
César Augustus Winck - UNIARP  
Christiane Marques Pitaluga - UFMS  
Claudia de Salles Stadtlober - UNISINOS  
Cláussia Neumann da Cunha - UFRGS  
Daniela Callegaro de Menezes - UFRGS  
Deise de Oliveira Alves - UFRGS  
Diego Soares Machado - UFSM  
Dionéia Dalcin - UFFS  
Douglas Paranyha de Abreu - UFG  
Edson Talamini - UFRGS  
Eduardo Angonesi Predebon - IFRS  
Elen Presotto - UFRGS  
Eluardo de Oliveira Marques - UFRGS  
Fabiano da Silva Ferreira - UFC  
Felipe Möller Neves - UFRGS  
Glauco Schultz - UFRGS  
Greici Parisoto - USP  
Guilherme Cunha Malafaia - Embrapa Gado de Corte  
Heitor Vieira Rios - UFRGS  
Ivo Elesbão - UFSM  
Jamir Rauta - UFRGS  
Jean Philippe Palma Revillion - UFRGS  
João Augusto Rossi Borges - UFGD  
Laura Possani - UFRGS  
Leandro Pessoa de Lucena - UFMT  
Leonardo Xavier da Silva - UFRGS  
Letícia de Oliveira - UFRGS  
Lissandra Souto Cavalli - SEAPDR  
Luiz Clovis Belarmino - Embrapa Clima Temperado  
Luiz Gustavo Lovato - UNICAMP  
Marcelino de Souza - UFRGS  
Marcelo Silveira Badejo - FURG  
Marcos Vinícius Araújo - UFRGS  
Nadir Paula da Rosa - IFC  
Nilson Luiz Costa - UFSM  
Odilene de Souza Teixeira - UFRGS  
Patrícia Batistella - PUC/RS  
Renata Gonçalves Rodrigues - IFRS  
Rosamaria Moura-Leite - UFSM  
Silvana Saionara Gollo - IFRS  
Uiliam Hahn Hahn Biegelmeier - UCSe FACSM  
Verônica Schmidt - UFRGS  
Víctor Ramón Enciso Cano - UNA-FCA





# ANAIS DO VIII SIMPÓSIO DA CIÊNCIA DO AGRONEGÓCIO

## Inovação e Empreendedorismo no Agronegócio

O cenário atual aponta para mudanças de comportamento dos consumidores, assimilação de novas tecnologias e para a identificação de oportunidades em meio à crise sanitária e econômica, e o agronegócio não pode estar à margem dessas mudanças de paradigmas. Desta forma, questiona-se: como o conhecimento científico pode ajudar a atender as demandas de mercado das cadeias produtivas no agronegócio e fomentar a inovação e o empreendedorismo? Como inovar e empreender para a criação de um sistema eficiente de produção de alimentos adequado aos atuais desafios econômicos, ambientais e gerenciais? Como efetuar o gerenciamento do aumento da demanda, de forma sustentável e utilizando altas tecnologias?

A agenda do VIII CIENAGRO, o Simpósio da Ciência do Agronegócio abrange esses tópicos, na busca de uma convergência e sinergia entre a Universidade e os atores do Agronegócio. O isolamento social, ocasionado pela pandemia do Covid-19, proporcionou uma conjuntura de superação neste ano de 2020, bem diferente daquela a qual o produtor rural, o mercado, os consumidores, as cadeias produtivas e os acadêmicos estavam acostumados. Porém, a pujança do agronegócio brasileiro se evidenciou pela capacidade de adaptação às tecnologias digitais e à conectividade, impostas pela necessidade, que se mostraram dominadas conforme os números impressionantes que estão sendo apresentados pela produção agropecuária de alimentos pátria, em franca expansão de crescimento em exportações. Estes relevantes fatores de Inovação, ou seja, da capacidade de conceber ideias, produtos, processos, ferramentas ou sistemas produtivos, ou de se reinventar, ao adotar inteligência high-tech, mas também ao abranger valores modernos e conceitos inéditos, que espelham o empreendedorismo dos agentes do agronegócio brasileiro, traduzido no talento nato da busca pela solução de problemas, ao transformar situações complicadas em oportunidades negociais lucrativas.

É exatamente com este core thinking, sob a perspectiva de superação, diante da capacidade de absorção de novas conectividades e desenvolvimento tecnológico, que o Programa de Pós-graduação em Agronegócios do Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios – CEPAN, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, firmou a determinação de realizar, de forma inédita, tanto para o corpo docente, quanto discente, dos recém egressos ao programa, o VIII CIENAGRO no formato virtual, mediante acesso remoto on-line aberto a todos os inscritos.

Assim, o VIII Simpósio da Ciência do Agronegócio ocorreu entre os dias 05 e 06 de novembro de 2020, de forma on-line, com o uso das Plataformas Elos e Mconf, e transmissões via Youtube. O Simpósio contou com os seguintes palestrantes: Alsones Balestrin, Aurora Carneiro Zen, Camila Corrêa Vargas, Carlos Alberto Oliveira de Oliveira, Diego Agostini, Dieisson Pivoto, Everaldo Daronco, Joana Colussi, Jorge Luís Nicolas Audy, Lidiane Raquel Eloy, Luís Humberto de Mello Villwock, Márcia Dutra de Barcellos e Pedro Dusso.

Destaca-se, também, que o simpósio teve 151 artigos submetidos e 85 artigos aceitos e, pela primeira vez, contou com fast tracks de 13 Revistas Científicas. Tais revistas selecionaram 65 artigos para fast track, sendo que 3 dessas revistas irão fazer Edição Especial com os artigos do Simpósio. O simpósio contou com divulgação intensa realizada pela equipe, no Instagram @agronegocioufrgs - no Facebook (<https://www.facebook.com/SimposioAgronegocio/>) e no Canal do Youtube (<https://www.youtube.com/channel/UCTgdQ0pudFSPkATZMQH5lug>).

Comissão Científica do VIII Simpósio da Ciência do Agronegócio



# ANAIS DO VIII SIMPÓSIO DA CIÊNCIA DO AGRONEGÓCIO

## IMPORTANTE

Todo conteúdo, direitos autorais, formato de publicação, eventuais erros e divergências de conceitos são de plena responsabilidade dos autores. A comissão organizadora deste evento está apenas reproduzindo de forma integral os arquivos submetidos





## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Área 1: Inovação e Empreendedorismo no Agronegócio</b>  | <b>1</b>  |
| Gestão de requisitos para o desenvolvimento de ofertas sustentáveis para Secagem e Armazenagem de grãos  | 2 - 12    |
| Quem são as empreendedoras do Agronegócio? Uma análise do estilo de liderança e competências   | 13 - 22   |
| Desenvolvimento do empreendedorismo no contexto do agronegócio: um estudo aplicado à produção e comercialização de sementes certificadas de algodão, aveia, milho e soja no Brasil | 23 - 32   |
| Processos inovativos da agricultura urbana de Singapura como ferramenta de segurança alimentar e redução nos níveis de emissão de CO <sub>2</sub> na atmosfera                     | 33 - 42   |
| Questões de gênero e suas interfaces no agronegócio: o caso do Projeto Margaridas do Campo   | 43 - 52   |
| Identificação dos tipos de inovações das vinícolas do vale São Francisco sob o olhar dos consumidores de vinho.  | 53 - 62   |
| Empreendedorismo rural: o caso da Agroindústria Schmeckt Gut   | 63 - 72   |
| Características comportamentais empreendedoras de mulheres que atuam no setor do agronegócio em duas cooperativas localizadas no município de Júlio de Castilhos/RS                | 73 - 80   |
| Vinho e indicação geográfica, entre a inovação e a preservação   | 81 - 88   |
| Indicadores de empreendedorismo agropecuário na estrutura fundiária brasileira: uma proposta teórico-metodológica  | 89 - 98   |
| Produção de ovos em sistema livre de gaiolas: a perspectiva de ecossistema de empreendedorismo rural   | 99 - 108  |
| Insights da convergência tecnológica na indústria de alimentos biossintéticos: uma análise baseada no mapeamento do ambiente   | 109 - 118 |
| A adoção de tecnologias da indústria 4.0 em propriedades rurais: um olhar a partir do Sistema Nacional de Inovação.  | 119 - 129 |





# ANAIS DO VIII SIMPÓSIO DA CIÊNCIA DO AGRONEGÓCIO

| <b>Área 2: Cadeias produtivas, competitividade e inserção internacional</b>  | <b>130</b> |
|--|------------|
| Indústria de confecção têxtil no Município de Sarandi/RS: Uma análise a partir dos arranjos produtivos locais                                      | 131 - 140  |
| Análise da competitividade das exportações do etanol brasileiro de 2004 a 2018: uma abordagem de Constant Market Share                             | 141 - 150  |
| Evolução da Produtividade Agropecuária Brasileira: uma análise dinâmica com DEA e IPM  | 151 - 160  |
| Recursos estratégicos da cadeia produtiva da carne bovina brasileira voltada à exportação e vantagem competitiva sustentável                       | 161 - 170  |
| A colheita da batata como fator de rentabilidade: análise comparativa dos sistemas semimecanizado e mecanizado                                     | 171 - 180  |
| Reflexos do Covid-19 no agronegócio: análise da mídia brasileira   | 181 - 190  |
| Ganhos E/Ou Perdas no Comércio Internacional de Produtos Agropecuários: Um estudo para o Brasil considerando o período do Covid-19                 | 191 - 200  |
| A pandemia da COVID-19 afeta o volume de exportação da carne paraguaia?  | 201 - 210  |
| A Produção de Cafés com o Selo Fairtrade como Estratégia Competitiva para a Agricultura Familiar   | 211 - 220  |
| O efeito econômico da adoção da certificação de café por produtores brasileiros  | 221 - 230  |
| Pesquisas e contribuições científicas sobre custos e agronegócios: uma análise bibliométrica no periódico Custos e @agronegócios Online            | 231 - 240  |
| A Rede de Suprimentos da Moda Sustentável: Principais Elos e Parcerias na Cadeia de Produção do Algodão Naturalmente Colorido da Paraíba           | 241 - 250  |
| Oferta e demanda de ovos de galinha no Brasil (2020-2025)  | 251 - 258  |
| A participação dos recursos na produção leiteira: o caso das famílias do Reassentamento Novo Amanhecer de Jóia/RS                                  | 259 - 268  |
| A competitividade do setor cafeeiro brasileiro no mercado internacional  | 269 - 277  |
| Delimitação da área de influência dos portos de acordo com os custos de transporte para a soja   | 278 - 287  |
| Compreendendo a Intenção do Consumo de Alimentos Locais e Regionais: Um estudo sobre o Comportamento de Consumidores de Frutas, Legumes e Verduras | 288 - 297  |
| Distribuição e alcance potencial dos depósitos de CSA's no Brasil  | 298 - 305  |
| Sustentabilidade em Feira de Produtos Alimentícios no Canadá   | 306 - 315  |
| Eficiência Técnica da Produção de Camarão no Estado do Ceará.  | 316 - 324  |
| O comportamento das principais culturas agrícolas do Maranhão: Variações no Período 1973- 2017   | 325 - 334  |
| Análise da estrutura de governança da Cadeia Produtiva do Leite na região do COREDE Rio da Várzea - RS   | 335 - 344  |
| Análise econômica exploratória da olivicultura no Brasil e Espanha   | 345 - 354  |





# ANAIS DO VIII SIMPÓSIO DA CIÊNCIA DO AGRONEGÓCIO

| <b>Área 3: Gestão, tecnologia e qualidade no agronegócio</b>   | <b>355</b> |
|--|------------|
| Avaliação da estrutura do solo em uma propriedade rural no município de São Sepé, Rio Grande do Sul, Brasil.                     | 356 - 365  |
| Gestão em uma empresa vitivinícola, uma análise embasada nas Teorias da Administração  | 366 - 375  |
| Viabilidade econômica e de risco da terminação de bovinos em Sistema de Confinamento no Estado de São Paulo, Brasil.             | 376 - 383  |
| Eficiência no cultivo de tilápias: aplicação da análise envoltória de dados  | 384 - 393  |
| Métodos alternativos de avaliação da fauna edáfica em propriedades rurais  | 394 - 402  |
| Previsões estatísticas com base em séries temporais referentes a produção do calcário agrícola no Brasil                         | 403 - 412  |
| Fabricação de tijolos ecológicos com resíduos de argamassa reciclável, casca de ovo e vinhaça: uma alternativa sustentável       | 413 - 421  |
| Perspectivas e Desafios da Agricultura 4.0 para o Setor Agrícola   | 422 - 431  |
| Alimentos à base de insetos e o comportamento do consumidor: o que a literatura científica tem desvendado?                       | 432 - 441  |
| A Riqueza Socioemocional na Percepção Feminina: Um estudo de caso na empresa Chá Prenda  | 442 - 451  |
| A Relação de Confiança no Arranjo Produtivo Local (APL) de Confeção e Artefatos de Algodão Colorido da Paraíba                   | 452 - 460  |
| Riscos e vulnerabilidades para fraude em alimentos: uma análise bibliométrica  | 461 - 470  |
| Gestão de Pessoas em Propriedades Leiteiras: Uma Análise no Agreste de Pernambuco  | 471 - 480  |
| Avaliação da viabilidade econômica do plantio de milho safrinha em diferentes cenários de custos de produção no estado do Paraná | 481 - 490  |
| O impacto do uso da tecnologia no desempenho da produção leiteira: manejo tradicional, compost barn e free stall                 | 491 - 500  |
| Sucessão rural e o foco dos estudos na literatura brasileira   | 501 - 510  |
| Diferencial de salário entre trabalhadores nativos e migrantes na cafeicultura de Minas Gerais                                   | 511 - 519  |
| Modelo matemático para predição de colheita de bananas   | 520 - 529  |
| Evolução no setor de vinhos finos do Vale dos Vinhedos: há um processo de catching-up setorial em curso?                         | 530 - 539  |





# ANAIS DO VIII SIMPÓSIO CIÊNCIA DO AGRONEGÓCIO

| <b>Área 4: Mercados, contratos, instituições e políticas no agronegócio</b>   | <b>540</b> |
|---|------------|
| Acuracidade das Informações dos Mercados Agropecuários nos Preços da Soja e do Milho.   | 541 - 549  |
| Perfil socioeconômico dos produtores de queijo colonial gaúcho e a importância da produção artesanal  | 550 - 559  |
| Custos de transação na cadeia produtiva do tomate de mesa: o caso dos produtores de Goianópolis – GO, Brasil  | 560 - 569  |
| Consumo alimentar de famílias e a obesidade: informação e canais de compra  | 570 - 579  |
| Marketing de Relacionamento: Uma Análise das Empresas de Implementos Agrícolas do Noroeste Gaúcho   | 580 - 589  |
| Escaneamento de políticas públicas brasileiras de alimentação a partir do Nourishing Framework  | 590 - 599  |
| Comparação dos preços pagos por consumidores de frutas na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS nos últimos vinte anos (2000-2020)                | 600 - 609  |
| Produção de mudas de tomate industrial na perspectiva dos custos de transação   | 610 - 618  |
| Beneficiários del subsidio agrícola en El Salvador: Análisis estadístico preliminar   | 619 - 627  |
| Cadeias Curtas de Comercialização e o Mercado Institucional: Estudo sobre o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) no Estado do Rio Grande do Sul | 628 - 637  |
| Comunidade que Sustenta a Agricultura- CSA: uma análise bibliométrica   | 638 - 646  |
| A certificação tem influência na decisão de compra?   | 647 - 656  |
| COVID-19 and perception of Brazilian agribusiness workers   | 657 - 666  |
| Sucessão na Fazenda Familiar: Um Estudo Bibliométrico   | 667 - 676  |
| Plano de produção de uma fazenda hortícola no Paraguai: uma aplicação de programação linear para maximizar o lucro                                  | 677 - 686  |
| A relação entre a produtividade agrícola e as exportações brasileiras   | 687 - 696  |
| Relação entre os preços dos alimentos e das commodities agropecuárias   | 697 - 706  |





# ANAIS DO VIII SIMPÓSIO CIÊNCIA DO AGRONEGÓCIO

| <b>Área 5: Bioeconomia, serviços ecossistêmicos e sustentabilidade</b>  | <b>707</b> |
|---|------------|
| Análise do uso de recursos energéticos no processo econômico e a influência na variação da renda nacional                                 | 708 - 717  |
| Sistema polimérico liberador de feromônio para proteção de plantas  | 718 - 727  |
| A Expansão da Produção do Biocombustível de Etanol na Região Centro-Oeste   | 728 - 737  |
| Práticas ambientalmente sustentáveis em tempos de pandemia: O caso da Família Boroto  | 738 - 747  |
| O papel da soja na exportação de recursos escassos e na organização da nova fronteira agrícola  | 748 - 757  |
| A Perda e o Desperdício de Alimentos sob uma Perspectiva Fundamentada na Economia Circular: Uma Revisão Sistemática                       | 758 - 767  |
| Crédito de Carbono: Panorama das Publicações no Brasil para os Últimos Dez Anos (2009 a 2019)   | 768 - 777  |
| Water Protector Project for Payment for Ecosystem Services (PES) of Vera Cruz/RS: Socioeconomic and Situational Characteristics           | 778 - 789  |
| Determinação da exigência nutricional de frangos de corte nas primeiras horas de vida   | 790 - 797  |
| Sustentabilidade e Gestão de Cadeia de Suprimentos: Um estudo Bibliométrico   | 798 - 807  |
| O papel das Novas e Alternativas Fontes de Proteína em uma análise do Relatório da Situação da Segurança Alimentar e Nutricional no Mundo | 808 - 817  |
| Avaliação da sustentabilidade da produção x consumo de fertilizantes para as culturas soja, milho e cana-de-açúcar                        | 818 - 823  |





## Sistema polimérico liberador de feromônio para proteção de plantas Pheromone-releasing polymeric system for plant protection

Silvana Pereira Rempel<sup>1</sup>, Otávio Bianchi<sup>2</sup>

### Resumo

Os feromônios têm sido aplicados no controle de insetos-praga na agricultura, reduzindo a utilização de pesticidas. Entretanto, o controle da liberação dos princípios ativos é uma barreira para tornar esta tecnologia eficiente. A Larva-minadora-dos-citros é um inseto-praga comumente encontrado nas plantações de citros. Este trabalho propõe utilizar fibras de EVA produzidas por fiação por sopro para liberação do feromônio sexual sintético da Larva-minadora-dos-citros (*Phyllocnistis citrella*) em condições *in vitro*. Estudos *in vitro*, utilizando a análise termogravimétrica (TG), revelaram que a quantidade de feromônio incorporada nas fibras foi de 20% em peso, ou seja, 80% em relação à quantidade inicial adicionada à solução de fiação. A liberação do feromônio ocorreu linearmente ao longo de dez semanas, com liberação total em aproximadamente 399 dias. Estimamos que 1 g da fibra produzida apresenta cerca de  $1,55 \times 10^{21}$  moléculas ou 0,608 g de feromônio, o que poderia proteger as plantas de 1,2 hectares por estação de crescimento. Esta condição é satisfatória, uma vez que sistemas convencionais necessitam de 0,5 g/hectare ao dia de feromônio. Este sistema fibra/feromônio proposto é relevante, pois pode ser aplicado em vários ciclos de plantio, podendo inclusive ser reutilizado. A incorporação e liberação prolongada do feromônio a partir de micro/nanofibras de EVA produzidas por meio da fiação por sopro em solução podem superar sistemas convencionais de liberação de feromônios, reduzindo os problemas e dificuldades desses sistemas.

**Palavras-chave:** fiação, EVA, feromônio, polímero, fibra.

### Abstract

*Pheromones have been used to control insect pests in agriculture, reducing the use of pesticides. However, controlling the release of active ingredients is a barrier to making this technology efficient. The Citrus leafminer is a pest insect commonly found in citrus plantations. This work proposes to use EVA fibers produced by solution blow spinning to release the synthetic sexual pheromone of the Citrus leafminer (*Phyllocnistis citrella*) in vitro conditions. In vitro studies, using thermogravimetric analysis (TG), revealed that the amount of pheromone incorporated in the fibers was 20% by weight, that is, 80% in relation to the initial amount added to the spinning solution. The pheromone release occurred linearly over ten weeks, with total release in approximately 399 days. We estimate that 1 g of the fiber produced has about  $1.55 \times 10^{21}$  molecules or 0.608 g of pheromone, which could protect plants of 1.2 hectares per growing season. This condition is satisfactory, since conventional systems require 0.5 g/hectare per day of pheromone. This proposed fiber/pheromone system is relevant, as it can be applied in several planting cycles, and can even be reused. The incorporation and prolonged release of the pheromone from micro/nanofibers of EVA produced by means of solution blow spinning can overcome conventional pheromone release systems, reducing the problems and difficulties of these systems.*

**Keywords:** spinning, EVA, pheromone, polymer, fiber.

### 1 Introdução

A agricultura mundial encontra um grande desafio nos próximos anos, haja vista que a estimativa é de que, se o ritmo atual de consumo permanecer, a demanda por alimentos aumentará em 60% até 2050 (FAO, 2015). Assim, a produção de alimentos pelo setor agropecuário deverá aumentar à medida que ocorre o crescimento populacional, o aumento no consumo per capita e na renda per capita, e a expansão das cidades nas próximas décadas (SAATH; FACHINELLO, 2018). Dessa forma, a intensificação agrícola é frequentemente vista como uma abordagem adequada para atender à crescente demanda por produtos agrícolas e para melhorar a segurança dos alimentos. A segurança alimentar engloba práticas que garantem a qualidade do alimento desde a produção até o consumo, de tal forma a não apresentar riscos à saúde do consumidor.

<sup>1</sup>Mestre em Engenharia e Ciência dos Materiais/UCS<sup>1</sup>- silvanarempel@yahoo.com.br<sup>1</sup>

<sup>2</sup>Doutor em Ciências dos Materiais/UFRGS<sup>2</sup>- otavio.bianchi@gmail.com<sup>2</sup>



Desde 2008, o Brasil ocupa o lugar de maior consumidor de agrotóxicos do mundo. Os impactos na saúde pública são extensos, atingem vastos territórios e envolvem diferentes grupos populacionais, como trabalhadores em diversos ramos de atividades, moradores do entorno de fábricas e fazendas, além de toda a população que consome os alimentos contaminados (CARNEIRO et al., 2015).

O processo produtivo agrícola brasileiro está cada vez mais dependente dos agrotóxicos. Enquanto nos últimos dez anos o mercado mundial de agrotóxicos cresceu 93%, o mercado brasileiro cresceu 190%. Em 2008, o Brasil ultrapassou os Estados Unidos e assumiu o posto de maior mercado mundial de agrotóxicos. De acordo com o estudo realizado pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) da ANVISA, um terço dos alimentos consumidos cotidianamente pelos brasileiros está contaminado pelos agrotóxicos (CARNEIRO et al., 2015).

Em termos de práticas e diretrizes globais, a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), através dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), define algumas ações globais para as pessoas e o planeta. Em termos de agricultura e alimentos, temos como referência o objetivo nº 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável: acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável, de tal forma a garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e práticas agrícolas resilientes, e o objetivo nº 12 – Consumo e Produção Responsáveis: assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis, alcançando um manejo ambientalmente saudável de produtos químicos e todos os resíduos, visando reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo e para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente.

Diante da adversidade do crescimento populacional mundial e, conseqüentemente, do consumo e da demanda por alimentos, algumas alternativas devem ser consideradas. Entre elas, o uso contínuo e intensivo de agroquímicos, incluindo pesticidas, para que possam ser desenvolvidos pesticidas mais seletivos com melhores técnicas de aplicação, além de outros sistemas adequados e efetivos no controle de pragas agrícolas (CARVALHO, 2017).

Os feromônios utilizados em armadilhas têm alta especificidade e seu uso tem pouco impacto no meio ambiente quando comparado aos métodos tradicionais baseados no uso de inseticidas e pesticidas. Essas substâncias são específicas para cada espécie de inseto-praga e, assim, permitem a proteção de plantas de maneira altamente seletiva. No entanto, uma das restrições quanto ao uso de feromônios está em seus meios de liberação, uma vez que são compostos altamente voláteis. A liberação destes compostos a partir de sistemas poliméricos tais como micro/nanofibras, pode ser uma alternativa adequada, uma vez que podem liberar os compostos por um longo período. Devido às suas propriedades únicas, tais como: grande área superficial específica, alta razão de aspecto, permeabilidade seletiva e propriedades de adsorção de superfície, micro/nanofibras representam uma classe de material com amplas possibilidades de aplicação (REMPEL et al., 2019).

Neste trabalho propõe-se a utilização de micro/nanofibras de EVA produzidas por fiação por sopro em solução como suporte para liberação prolongada do feromônio sexual sintético da Larva-minadora-dos-citros. O perfil de liberação foi determinado por análise termogravimétrica (TG). O sistema fibra/feromônio proposto é relevante, pois pode ser aplicado em vários ciclos de plantio e pode até ser reutilizado. A incorporação e a liberação prolongada de feromônio nas micro/nanofibras de EVA podem superar sistemas convencionais de liberação de feromônios, reduzindo os problemas e dificuldades desses sistemas.



## 2 Referencial Teórico

### 2.1 Fiação por sopro em solução

O sistema de fiação por sopro em solução é constituído de um bocal através do qual uma solução de polímero é bombeada e o gás pressurizado é fornecido por um bocal externo concêntrico. O gás pressurizado produz uma força de condução e, quando supera a tensão superficial da solução, a solução de polímero é direcionada para um coletor. Durante o percurso entre o bocal e o coletor, o solvente evapora, originando uma estrutura não tecida (DIAS et al., 2020).

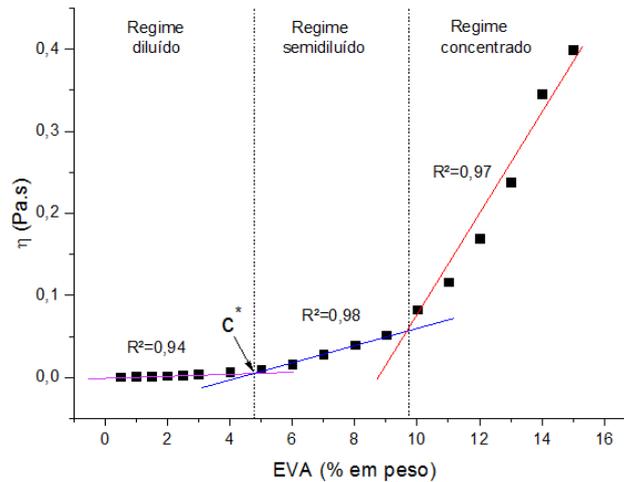
Como alternativa aos sistemas convencionais de fiação por sopro em solução, *airbrushes* comerciais têm sido aplicados com êxito para a produção de fibras de polímero, com base nos mesmos princípios. Neste caso, jatos de líquido intensamente viscoso se deslocam com uma velocidade elevada em relação ao gás circundante, com força distribuída, ampliando as perturbações de flexão. Esta abordagem é de fácil configuração e acessível em termos de custo, quando comparado a outros métodos de fiação (DIAS et al., 2020).

No processo de fiação por sopro em solução, durante a formação da fibra, um jato de solução polimérica é sujeitado à resistência aerodinâmica. No deslocamento do jato pelo ar, o solvente evapora, formando as fibras de polímero. As condições de alongamento das fibras e a distribuição do diâmetro das mesmas é consequência das forças de cisalhamento que agem sobre as soluções poliméricas (DIAS et al., 2020).

A morfologia das fibras é dependente da concentração de polímero na solução. O comportamento das moléculas poliméricas em solução depende de vários fatores, dentre os quais da concentração do polímero ( $c$ ). O intervalo de concentração do polímero pode ser dividido em três regimes: diluído, semidiluído e concentrado (como ilustrado na Figura 1). No regime diluído, as moléculas estão separadas e comportam-se independentemente uma das outras. Quando a concentração de polímero em solução é aumentada, a distância média entre as cadeias dos polímeros diminui e as interações intermoleculares aumentam de modo a surgir interações topológicas, como entrelaçamentos. Assim, quando as macromoléculas se tocam umas nas outras, atinge-se um novo regime, o regime semidiluído. No regime semidiluído há uma sobreposição das moléculas e quando isto acontece diz-se que a solução atingiu a concentração crítica ( $c^*$ ). Dessa maneira, quando se atinge a concentração crítica, ocorre a formação de uma rede polimérica transitória que pode ser identificada pelo aumento considerável da viscosidade da solução polimérica. A viscosidade da solução é uma propriedade física que reflete a existência da concentração crítica. No regime semidiluído, há a possibilidade de formação de um gel se houver uma forte interação física ou química entre as moléculas. O regime concentrado é caracterizado pela elevada concentração de polímero em solução, o que resulta em entrelaçamento das cadeias, no qual os segmentos das cadeias poliméricas têm maior restrição ao movimento (REMPEL et al., 2019).



**Figura 1 - Resultados de viscosidade em função da concentração de EVA para o sistema solvente xileno:clorofórmio (96:4)**



Fonte: REMPEL (2018); REMPEL et al. (2019).

A técnica de fiação por sopro em solução faz uso do princípio de Bernoulli, no qual as modificações na pressão são convertidas em energia cinética. A pressão do gás na saída do bocal tem papel importante na morfologia das fibras, com dependência parabólica entre o diâmetro da fibra e a pressão, para baixas pressões e uma dependência linear para pressões mais altas. Esta condição ocorre porque o fluxo de gás que contorna a superfície do jato que sai do bocal não possibilita o acúmulo de moléculas de solvente imediatamente acima da superfície do jato, provocando assim uma elevada taxa de evaporação (DIAS et al., 2020).

Estudos relatam que é interessante manter a taxa de alimentação da solução a um nível adequado, evitando interrupções do jato. Além disso, o valor apropriado da pressão de gás no processo de formação da fibra pode comprometer a morfologia das fibras e produzir mais fibras alinhadas. Com uma taxa de alimentação ótima, uma redução do tamanho e do diâmetro da fibra é esperada, pois quando a taxa de alimentação é equivalente à taxa na qual o jato leva a solução para fora, a forma cônica na saída do bocal permanece estável, contrário para o caso de bloqueio do bocal (taxa de alimentação elevada) ou instabilidade do jato (taxa de alimentação inferior). Elevadas taxas de alimentação podem ocasionar a obstrução do bocal, devido a formação de uma gota pendente que se acumula na ponta e começa a solidificar, bloqueando o bocal. A instabilidade do jato acontece quando a solução é arrastada para o coletor de forma mais rápida do que a taxa de alimentação. Taxas mais elevadas ampliarão naturalmente a produtividade de fibras, pelo menos nos casos em que não ocorreria a obstrução do bocal. O valor ótimo da taxa de alimentação é consideravelmente afetado pela viscosidade da solução, a qual depende do peso molecular e da concentração de polímero (DIAS et al., 2020).

A distância entre o dispositivo de fiação e o coletor é outro parâmetro relevante para controlar o diâmetro das fibras. Em distâncias maiores, o solvente evapora, sendo então recolhidas no coletor microfibras/nanofibras solidificadas. Por outro lado, em pequenas distâncias microfibras/nanofibras semi-solidificadas são depositadas no coletor, formando aglomerados (DIAS et al., 2020).



### 2.2 Feromônios

As plantas tendem a desenvolver doenças muito semelhantes aos seres humanos, reduzindo significativamente o rendimento e a qualidade dos produtos agrícolas. Para controlar uma doença durante o estabelecimento e desenvolvimento das plantas, para aumentar a produtividade e para reduzir manchas, pesticidas, isto é, fungicidas, herbicidas e inseticidas são utilizados em grande quantidade. No entanto, a aplicação de pesticidas em grande escala certamente tem seus inconvenientes relacionados com possíveis danos à natureza. A proteção das plantas baseada em feromônios foi considerada, por essa razão, como alternativa, pelo menos no que se refere aos danos causados por determinados insetos. Os feromônios são substâncias químicas usadas por insetos para transmitir informações de um indivíduo para outro. Entre os diferentes tipos de feromônios, os feromônios sexuais desempenham o papel mais importante no campo da proteção de plantas. Eles são liberados por insetos fêmeas, sinalizando sua disposição para o acasalamento, permitindo assim que os machos possam encontrá-las. Diferentes abordagens baseadas em feromônios são conhecidas, dentre elas a atração dos insetos para as armadilhas e o rompimento ou desorientação do acasalamento. Esta última consiste em liberar uma grande quantidade de feromônios em toda a área, protegendo-a contra insetos específicos e gerando uma concentração permanente e suficientemente elevada de feromônio para que os insetos machos não consigam localizar as fêmeas, suprimindo a reprodução. Os feromônios são basicamente espécies específicas e os machos são atraídos pelas substâncias que são liberadas apenas pela sua própria espécie. Isso permite proteger as plantas de forma altamente seletiva, em relação a tipos individuais de insetos (REMPEL et al., 2019).

Desde o primeiro registro de ocorrência da Larva-minadora-dos-citros (*Phyllocnistis citrella*) no Brasil, em março de 1996, aumentaram os problemas fitossanitários da cultura de citros em nosso país. A praga causa danos diretos, por atacar as folhas novas das brotações cítricas, provocando minas (galerias) típicas em forma de serpentina e a atrofia do tecido foliar, que assume uma coloração prateada, secando posteriormente e prejudicando sensivelmente o desenvolvimento da planta. Estas galerias favorecem o aparecimento e aumento da fonte de inóculo da bactéria fitopatogênica (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*), causadora da doença do cancro cítrico. O ciclo da praga é variável de 11,5 a 32,7 dias, nas temperaturas de 32°C e 18°C, respectivamente, podendo ser afetado pela variedade de citros. Em função da temperatura, no período de setembro a abril (período de brotações) coincidente com o período de ocorrência da praga, podem ocorrer até 14 gerações de *P. citrella*, nas regiões mais quentes (ROBERTO et al., 2004).

### 2.3 Sistemas convencionais de liberação dos feromônios

Alguns métodos têm sido utilizados para distribuir o feromônio selecionado no campo, tais como: pulverização de um fluido funcionalizado contendo o feromônio, distribuição mecânica de partículas sólidas incorporando o feromônio ou a evaporação do feromônio a partir de dispensadores distribuídos em pontos específicos dentro do campo. Entretanto, estes métodos apresentam alguns problemas quando aplicados na agricultura. Os feromônios distribuídos por pulverização ou distribuição mecânica são sensíveis a ventos e chuvas fortes, o que pode provocar a dispersão dessa substância. Além disso, é necessário que os agricultores distribuam os feromônios diversas vezes, buscando garantir a concentração necessária para o período de crescimento das plantas, que se estende durante vários meses. No caso dos dispensadores, a concentração local de feromônios distribuído na vizinhança do dispensador tem de ser excessivamente elevada, visto que o dispensador atua como uma fonte pontual com um perfil de concentração característico em torno dele. A exigência é de que as



concentrações de feromônios, mesmo a uma distância de poucos metros, tenham que estar ainda acima da quantidade crítica necessária para que o processo de rompimento do acasalamento seja efetivo. Além disso, a distribuição e o recolhimento dos dispensadores nos campos ocorrem de forma manual, o que torna o processo demorado (REMPEL et al., 2019).

### 2.4 Sistemas poliméricos para liberação dos feromônios

Uma abordagem para reduzir muitos dos problemas associados aos sistemas convencionais baseia-se na liberação dos feromônios por meio de portadores específicos que: (a) protejam os feromônios de serem varridos durante as chuvas e tempestades, (b) controlem a sua liberação contínua durante vários meses e, finalmente, (c) distribuam de forma homogênea os feromônios através dos campos, reduzindo assim consideravelmente a quantidade total de feromônios a serem distribuídos (HELLMANN; GREINER; WENDORFF, 2009).

Alguns estudos foram realizados para aplicação de micro/nanofibras poliméricas como portadores de feromônios para controle de insetos-praga. Hellmann e colaboradores (HELLMANN; GREINER; WENDORFF, 2009) determinaram estimativas aproximadas para validar esta abordagem. Uma destas estimativas considera que a concentração mínima de feromônios necessária para a desorientação dos insetos estaria na faixa de 100.000 a 1 milhão de moléculas por  $\text{cm}^3$ . Além disso, a quantidade instantânea de moléculas de feromônio por hectare seria em torno de  $10^{15}$ - $10^{16}$ . Assumindo, além disso, que ocorre uma troca completa destas moléculas por minuto, devido aos fortes ventos que as levam embora e assumindo que a liberação de feromônios tem de ser estável durante 4 meses ( $2 \times 10^5$  min), estabeleceram que a quantidade total de feromônios devesse ser distribuída homogêneamente, o que equivale a menos de 0,5 g por estação de crescimento e hectare. Esta quantidade estaria bem abaixo da quantidade necessária para as distribuições dos dispensadores aplicados usualmente, que totalizam 500 mg/hectare dia. Assumindo uma concentração de feromônios nas fibras de cerca de 33% em peso, também determinaram ser necessário 1 g de nanofibras por hectare e por época de crescimento (HELLMANN; GREINER; WENDORFF, 2009).

## 3 Procedimentos Metodológicos

### 3.1 Sistema fibra-feromônio

As fibras foram produzidas utilizando-se o Copolímero de Etileno Acetato de Vinila (EVA) (Braskem, HM728) com 28% em peso de acetato de vinila e MFI (190 °C/ 2,16 Kg) de 6,0 g/10 min., Peso molecular médio de  $M_n = 146.000$  g/mol; Índice de polidispersão de  $M_w/M_n = 3,2$  determinado por termogravimetria (TG) e cromatografia de permeação em gel (GPC). Os solventes empregados na preparação das soluções foram o clorofórmio (ACS) ( $\text{CHCl}_3$ , densidade: 1,48 g/mL, ponto de ebulição: 61,2 °C) e o xileno (ACS) ( $\text{C}_8\text{H}_{10}$ , densidade: 0,87 g/mL, ponto de ebulição: 140 °C), ambos utilizados como recebidos e adquiridos da Dinâmica Química Contemporânea Ltda., Diadema - SP.

O feromônio sexual sintético da Larva-minadora-dos-citros, contendo (Z,Z)-7,11-Hexadecadienal (primário) e (Z,Z,E)-7,11,13-Hexadecadienal (secundário) foi doado pela ISCA Tecnologias.

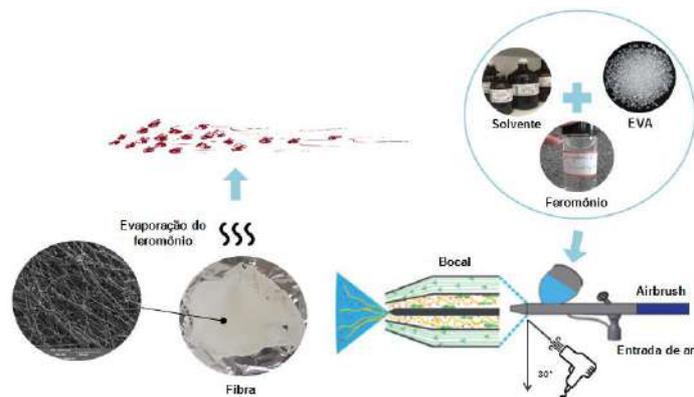
As soluções para fiação foram preparadas considerando-se o parâmetro de solubilidade ( $\delta$ ) dos componentes puros (solventes, polímeros e feromônios), utilizando-se o método de contribuição do grupo (aproximação de Fedors). Com base nos resultados de solubilidade,



preparou-se uma solução inicial de 8% em peso de EVA, sendo posteriormente adicionados 2% em peso de feromônio (25% em relação ao EVA) à solução homogênea.

A fiação da solução contendo o feromônio foi realizada com parâmetros otimizados: distância do coletor de 25 cm, diâmetro do bocal de 0,3 mm, pressão do ar de 5 bar e taxa de alimentação da solução de 0,6 mL/min, utilizando um *airbrush* comercial.

Figura 2 – Esquema do processo de produção do sistema fibra-feromônio



Fonte: REMPEL et al. (2019).

### 3.2 Liberação do feromônio

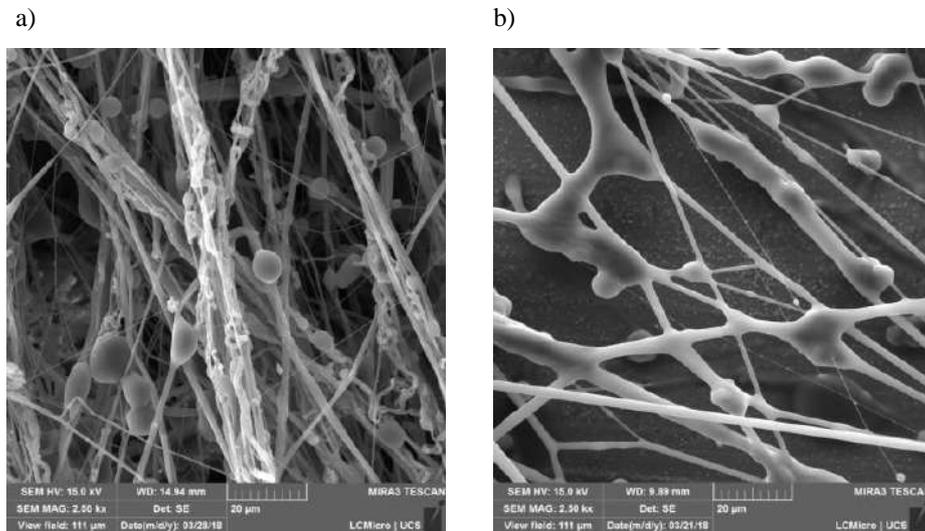
O perfil de liberação do sistema de fibra/feromônio foi avaliado por análises termogravimétricas (TG) baseadas no trabalho de Hellmann e colaboradores (HELLMANN; GREINER; WENDORFF, 2009). As análises foram realizadas em um Perkin Elmer 4000, usando ~ 10 mg de amostra a uma taxa de aquecimento de 10 °C/min de 30-700 °C sob uma atmosfera de nitrogênio (50 mL/min). A taxa de liberação e a quantidade de feromônio incorporada na fibra foram avaliadas com base na determinação da quantidade de feromônio evaporado ( $23 \pm 2$  °C e  $50 \pm 5\%$  UR) em cada semana de medição durante 10 semanas.

## 4 Resultados e Discussão

As fibras de EVA produzidas com feromônio incorporado apresentaram um diâmetro médio de  $0,431 \pm 0,132$  µm. Este diâmetro médio é maior se comparado às fibras puras ( $0,113 \pm 0,036$  µm) (Fig.3). Estes valores para o diâmetro médio das fibras estão de acordo com os resultados obtidos com outros métodos de fiação, utilizando diferentes polímeros e feromônios. Fibras com diâmetros menores teriam maior resistência devido ao critério Griffith, e uma redução de sua resistividade em relação ao fluxo de ar/tempestade causada pelo efeito Knudsen (HELLMANN; GREINER; WENDORFF, 2009).



Figura 3 – MEV (a) fibras EVA e (b) fibras EVA/feromônio



Fonte: REMPEL (2018).

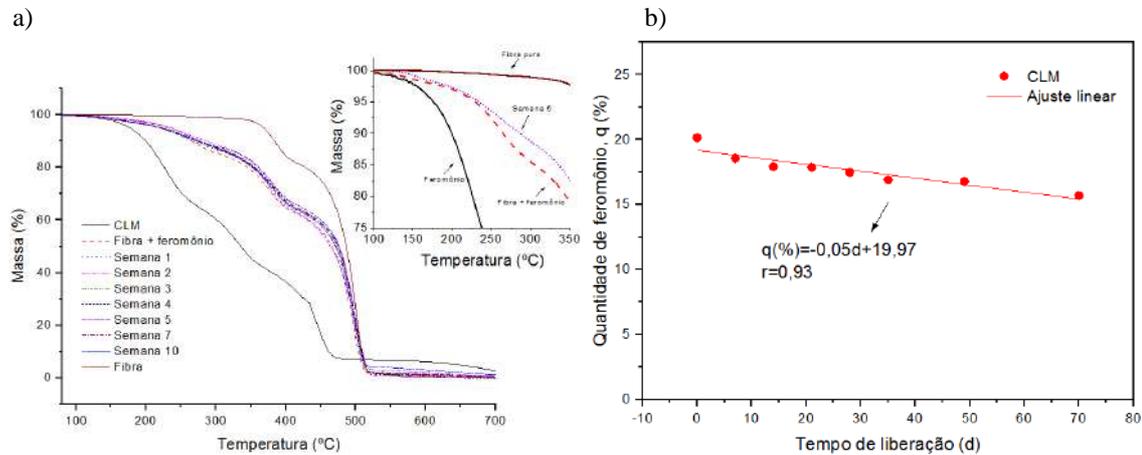
Baseado nas medidas de TG foi possível estabelecer o perfil de liberação do feromônio. Os estudos de liberação do feromônio, em condições *in vitro*, mostram que o feromônio da Larva-minadora-dos-citros inicia a perda de massa em aproximadamente 170°C e possui perda de massa em múltiplos estágios (três), possivelmente devido à composição e possíveis reações que ocorrem nos compostos em função do aquecimento. Na amostra com CLM a terceira perda de massa sobrepõe a perda de massa do EVA. Entretanto o EVA possui 28% em massa de acetato de vinila. Assim, foi possível corrigir a quantidade inicial do feromônio em ~6,8% de acordo com as diferenças de massas.

A Fig. 4 (a) mostra as curvas de perda de massa para diferentes semanas. Como pode ser visto, não há sobreposição de eventos. Por meio da relação de massas foi possível estimar a quantidade evaporada ao longo das semanas. Utilizando um ajuste linear, foi possível estimar a quantidade de feromônio incorporado nas fibras e a taxa de liberação a partir destas fibras.

A taxa de liberação do feromônio foi de 0,05% em peso/dia. A quantidade inicial incorporada na fibra foi de aproximadamente 20% em peso  $\pm$  0,30, demonstrando uma incorporação de 80% em massa em relação à quantidade inicial adicionada à solução de fiação, como mostrado na Fig. 4 (b).



Figura 4 – Curvas de perda de massa em função da temperatura para os sistemas de liberação fibra/feromônio em diferentes semanas ( $10^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ ) e (b) Quantidade de feromônio presente nas fibras em função do tempo de armazenamento.



Fonte: REMPEL, 2018.

Considerando os resultados apresentados neste estudo, verificamos que o parâmetro de solubilidade é o fator chave na incorporação do feromônio nas fibras de EVA. É essencial escolher uma combinação polímero-solvente apropriada para as soluções.

Outro parâmetro importante é que é possível estimar o tempo total de liberação do feromônio sob condições controladas (*in vitro*). Para isso, basta extrapolar quando a quantidade de feromônio tende a zero. O sistema EVA/ feromônio avaliado neste estudo atingirá a liberação total em 399 dias.

Além disso, considerando as hipóteses elaboradas por Hellmann e colaboradores (HELLMANN; GREINER; WENDORFF, 2009), podemos estimar que 1 g deste sistema fibra/feromônio possui cerca  $1,55 \times 10^{21}$  moléculas do feromônio da Larva-minadora-dos-citros, o que equivale a 0,608 g deste feromônio. Assim, a aplicação de 1 g deste sistema fibra/feromônio, em condições de campo, poderia proteger as plantas de 1,2 hectares por estação de crescimento. Esta condição parece ser muito satisfatória se compararmos com a quantidade de feromônio necessária nos sistemas convencionais de liberação, os quais totalizam 0,5 g/hectare dia (HELLMANN; GREINER; WENDORFF, 2009).

## 5 Conclusões

Os resultados mostram um potencial funcional para estes materiais, com a possibilidade de aplicação das micro/nanofibras de EVA na liberação de feromônios em condições de campo. Além disso, a partir de suas propriedades específicas, mostramos que tempos de liberação longos são possíveis para atingir um potencial funcional para esses materiais.

A quantidade de moléculas e a taxa de liberação do feromônio, mesmo em condições *in vitro*, fornecem informações importantes a respeito da possibilidade de aplicação destes sistemas fibra/feromônio em condições de campo. Obviamente, os efeitos adversos provenientes das condições ambientais devem ser considerados.

Um estudo aprofundado destes sistemas de suporte para liberação de agentes ativos, de tal forma que se possa estabelecer uma correlação entre a área superficial dos materiais e a taxa de liberação destes agentes ativos, parece ser adequado.



## 6 Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, pelo apoio financeiro. A CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão de uma bolsa de estudos a Silvana Pereira Rempel e a ISCA Tecnologias pela doação do feromônio.

## Referências

CARNEIRO, F. F. et al. **Dossiê ABRASCO: Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**, 2015.

CARVALHO, F. P. Pesticides, environment, and food safety. **Food and Energy Security**, v. 6, n. 2, p. 48–60, 2017.

DIAS, F. T. G. et al. The main blow spun polymer systems: processing conditions and applications. **Journal of Polymer Research**, v. 27, n. 8, p. 16–18, 2020.

FAO. Food and agriculture organization of the United Nations. **FAO: Se o atual ritmo de consumo continuar, em 2050 mundo precisará de 60% mais alimentos e 40% mais água**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/fao-se-o-atual-ritmo-de-consumo-continuar-em-2050-mundo-precisara-de-60-mais-alimentos-e-40-mais-agua/>>. Acesso em: 11 ago. 2020.

HELLMANN, C.; GREINER, A.; WENDORFF, J. H. Design of pheromone releasing nanofibers for plant protection. **Polymers for Advanced Technologies**, v. 22, n. 4, p. 407–413, 2009.

REMPEL, S. P. et al. Nano/microfibers of EVA copolymer obtained by solution blow spinning: Processing, solution properties, and pheromone release application. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 47647, p. 1–8, 2019.

REMPEL, S. P. **Obtenção de micro/nanofibras poliméricas por fiação por sopro: parâmetros e aplicação no controle de pragas agrícolas**. Universidade de Caxias do Sul, 2018.

ROBERTO, J. et al. O controle biológico da larva-minadora-dos-citros. **Visão Agrícola**, p. 64–67, 2004.

SAATH, K. C. DE O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.56, n.2, Brasília, Apr./June 2018.