

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE MATRIZES DE LIBERAÇÃO CONTROLADA CONTENDO FEROMÔNIOS

TECHNOLOGICAL PROSPECTION OF CONTROLLED CONTROLLED MATRIES CONTAINING PHEROMONES

Ingrid Vieira Fernandes Monteiro 1

Lucas Tenorio Carmo Do Nascimento Bezerra 2

Henrique Fonseca Goulart 3

Antônio Euzébio Goulart Santana 4

Luciano Aparecido Meireles Grillo 5

Ticiano Gomes Do Nascimento 6

Camila Braga Dornelas 7

Resumo: O controle comportamental de pragas agrícolas, que consiste na utilização de feromônios para atração e captura de insetos, vem ganhando espaço no Manejo Integrado de Pragas como forma ecologicamente adequada de controle. O objetivo deste estudo foi realizar uma prospecção tecnológica a respeito de produtos que propiciem uma liberação controlada de feromônios através de patentes ativas contendo os descritores de interesse. Foram utilizados o WIPO, Espacenet e Orbit como base de dados patentários, e PubMed, The Lens e Science Direct, como bases científicas. Os anos de 2014 e 2015 apresentaram o maior número de famílias de patentes publicadas. A China mostrou-se hegemônica neste setor, detendo 33 patentes ativas, contra 21 dos Estados Unidos, segundo maior depositante. A empresa americana Dow AgroScience destacou-se como principal investidora, com 7 famílias de patentes aplicadas em diferentes domínios tecnológicos, sendo os principais: “química de materiais básicos”, “química orgânica fina” e “outras máquinas especiais”.

Palavras-chave: Prospecção tecnológica. Feromônio. Liberação controlada. Patentes.

Abstract: Behavioral control of agricultural pests, which consists of the use of pheromones to attract and capture insects, has been gaining ground in Integrated Pest Management as an ecologically appropriate form of control. The aim of this study was to conduct a technological prospection regarding products that provide a controlled release of pheromones through active patents containing the descriptors of interest. WIPO, Espacenet and Orbit were used as patent databases, and PubMed, The Lens and Science Direct were used as scientific bases. 2014 and 2015 had the largest number of published patent families. China has shown hegemony in this sector, holding 33 active patents, compared with 21 in the United States, the second largest applicant. The American company Dow AgroScience stood out as the main investor, with 7 patent families applied in different technological domains, the main ones being “basic materials chemistry”, “fine organic chemistry” and “other special machines”.

Keywords: Technological prospection. Pheromone. Controlled release. Patents.

- 1 Doutorado em andamento no Programa de Pós Graduação em Materiais - Universidade Federal de Alagoas. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9274558623856727>. ORCID: 0000-0001-7255-3841. E-mail: ingrid_vfmonteiro@hotmail.com
- 2 Graduando em Farmácia – Universidade Federal de Alagoas. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3665033177975996>. ORCID: 0000-0002-9865-359X. E-mail: lucaastenorio@gmail.com
- 3 Professor Adjunto – Universidade Federal de Alagoas. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2954310055607663>. ORCID: 0000-0003-0532-6133. E-mail: henrique.goulart@ceca.ufal.br
- 4 Professor Associado – Universidade Federal de Alagoas. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8895697287739745>. ORCID: 0000-0002-3750-438X. E-mail: aegsal@gmail.com
- 5 Professor Associado - Universidade Federal de Alagoas. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5456839333813472>. ORCID: 0000-0001-8812-6342. E-mail: lucianomeirelesgrillo@gmail.com
- 6 Professor Associado - Universidade Federal de Alagoas, Campos A.C Simões. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6296388037177344>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3856-8764>; E-mail: ticianogn@yahoo.com.br
- 7 Professora Associada - Universidade Federal de Alagoas, Campos A.C Simões. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9384424638219962>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2268-2650> E-mail: camila.dornelas@esenfar.ufal.br

Introdução

O agronegócio tem se tornado uma das principais atividades econômicas desempenhadas no Brasil, assegurando ao país uma posição importante no ranking dos principais produtores mundiais de *commodities* industriais (JANK *et al.*, 2005).

Um dos principais desafios enfrentados pelo produtor é o manejo de pragas agrícolas para evitar perdas ainda durante o plantio. O controle químico, onde se enquadram os agrotóxicos, ainda é a técnica mais aplicada para a eliminação de insetos-praga, geralmente através de inseticidas de amplo espectro (FERREIRA, 2002). Porém, vêm

tendo seu uso cada vez mais restrito, devido a sua toxicidade e contaminação ambiental (BRASIL, 2005).

Com isso, práticas consideradas ecologicamente adequadas vêm ganhando cada vez mais espaço na rotina agrícola, sendo consideradas como um caminho promissor no Manejo Integrado de Pragas (MIP) (YOSHA *et al.*, 2008).

O controle comportamental de pragas agrícolas consiste na utilização de semioquímicos envolvidos na comunicação entre indivíduos de uma mesma espécie, chamados feromônios (PICANÇO, 2010). Estas substâncias são dispostas em armadilhas, atraindo as pragas para que sejam capturadas e eliminadas, possibilitando o manejo de agrossistemas, diminuindo-se, ou até mesmo evitando-se, o uso de agrotóxicos, reduzindo os riscos ao meio ambiente, aos trabalhadores do campo e aos consumidores finais.

A liberação controlada de feromônios é uma estratégia que permite manter a taxa de liberação do semioquímico em níveis apropriados por um período prolongando, possibilitando o reconhecimento da substância pelo inseto-praga (STIPANOVIC *et al.*, 2004).

Uma ampla gama de materiais são propostos como dispositivos de liberação controlada de feromônios, dentre eles: fibras ocas, cordas impregnadas, formulações de cera e matrizes dispensadoras, como nanocápsulas e nanossensores (STIPANOVIC *et al.*, 2004; BHATTACHARYYA *et al.*, 2010).

A escolha de uma matriz de liberação de feromônio deve levar em consideração, entre outros fatores, a garantia da máxima eficiência do compósito formado, de modo que permita uma cinética de liberação próxima a zero, sem promover mudança química ao semioquímico, protegendo-o contra degradação por fatores ambientais e que seja, essencialmente, de baixo custo (WAGNER *et al.*, 2018; VIANA *et al.*, 2018).

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo a realização de uma prospecção tecnológica em diferentes bases de busca, visando fornecer informações sobre o avanço da tecnologia na otimização da aplicação de feromônios no controle comportamental de pragas agrícolas.

Metodologia

O estudo foi composto por um levantamento bibliográfico e patentário, em suas respectivas bases de busca, no período de agosto à setembro de 2019. O levantamento de artigos científicos proporcionou uma fundamentação teórica, enquanto o patentário permitiu acompanhar os pedidos de patentes compostos por formulações de feromônios com ênfase na liberação modificada dos mesmos.

Para ambos, foram utilizados como descritores os seguintes termos: “*composite and pheromone*”, “*nanocomposite and pheromone*”, “*composite and pheromone and insect*”, “*microparticle and pheromone*”, “*microparticle and pheromone and insect*”, “*drug delivery and pheromone*”, “*microparticle and pheromone and insect and drug delivery*”.

Levantamento bibliográfico

Foi realizada uma pesquisa científica para os artigos nas seguintes bases: PubMed, The Lens

e Science Direct. Foram utilizados como referência aqueles considerados mais relevantes.

Levantamento Patentário

Para atender o objetivo do estudo, foram realizadas buscas patentárias no nas seguintes plataformas: WIPO (*World Intellectual Property Organization*), Especenet e Questel Orbit.

Para cada plataforma, foi empregada uma estratégia de busca avançada específica, conforme especificado abaixo:

WIPO: No campo “*Field Combination*”, os descritores foram combinadas em “*Front Page*” e “*Claims*”, associados com as CIPs “A01 AND/OR B81” em “*International Class*”.

Especenet: também utilizado o CIP A01 e B81, com presença dos descritores em “título” ou “título ou resumo”.

Questel Orbit: os descritores foram buscados nos campos “*Abstract*”, “*Title*”, “*Claims*”, “*Independent Claims*”.

A classificação A01, diz respeito a “Agricultura; silvicultura; pecuária; caça; captura em armadilhas; pesca”, enquanto a B81 trata da “Tecnologia de microestruturas”.

Resultados e discussão

Levantamento Bibliográfico

Ao pesquisar apenas por “*pheromone*” nas bases de dados do PubMed, The Lens e Science Direct, foram encontrados 16.558, 51.486 e 35.285 artigos científicos, respectivamente, caracterizando uma busca de caráter inespecífico. Por isso, o termo foi associado a outros descritores de interesse, de modo a obter artigos que atendessem ao objetivo do trabalho.

A tabela 1 traz o resultado das buscas nas plataformas já citadas após combinação do termo “*pheromone*” com os demais descritores de interesse. Percebe-se uma significativa inferioridade nos números obtidos pela PubMed, quando comparada às demais bases. Isso ocorre porque tal plataforma está voltada para a área biomédica, sendo o maior banco de dados literários desse setor (DOMS & SCHROEDER, 2005).

Tabela 1. Resultado da busca científica nas bases de dados PubMed, The Lens e Science Direct

Descritores	PubMed	The Lens	Science Direct
Composite and pheromone	17	368	1.728
Nanocomposite and pheromone	2	6	61
Composite and pheromone and insect	7	146	855
Microparticle and pheromone	1	26	134
Microparticle and pheromone and insect	1	13	83

Drug delivery and pheromone	44	327	1.681
Microparticle and pheromone and insect and drug delivery	0	9	48

Fonte: Autores, 2019.

O termo “*composite and pheromone*”, cujo número de artigos foi o maior para as bases da The Lens e Science Direct, foi, certamente, um termo assertivo de busca. Porém, para obtenção de arquivos ainda mais específicos, observamos a necessidade de associar mais um descritor, com o qual compomos o termo “*composite and pheromone and insect*”. Este, possibilitou o acesso a artigos de relevância no quesito encapsulação e liberação controlada de feromônios, fornecendo trabalhos de publicação recente.

Foi possível perceber que a maioria dos trabalhos que estão sendo desenvolvidos com o objetivo de promover a liberação controlada destes semioquímicos utilizam polímeros como agentes encapsulantes, como mostrado por Wagnet et al. (2018) ao utilizar polietilenoglicol (PEG) como matriz de liberação controlada de um feromônio sexual e por Chen et al. (2018) que, por sua vez, utilizou metoxi poli (etilenoglicol)-poli (ε-caprolactona) (MPEG-PCL), também para encapsulação de um feromônio sexual.

Levantamento Patentário

A tabela 2 apresenta os números de patentes encontradas em cada plataforma, para cada descritor utilizado.

Tabela 2. Resultado da busca patentária nas bases de dados WIPO, Espacenet e Questel Orbit.

Descritores	WIPO	Espacenet	Questel Orbit
Composite and pheromone	2.788	17	130
Nanocomposite and pheromone	7	0	1
Composite and pheromone and insect	2.387	5	53
Microparticle and pheromone	670	1	8
Microparticle and pheromone and insect	562	1	3
Drug delivery and pheromone	0	0	5
Microparticle and pheromone and insect and drug delivery	395	0	0

Fonte: Autores, 2019.

Tendo em vista que o termo “*composite and pheromone and insect*” mostrou-se um descritor eficiente na busca científica, o mesmo foi usado para uma busca mais detalhada no Questel Orbit, onde pudemos realizar uma análise minuciosa quanto às patentes ativas neste setor, bem como a situação do mercado.

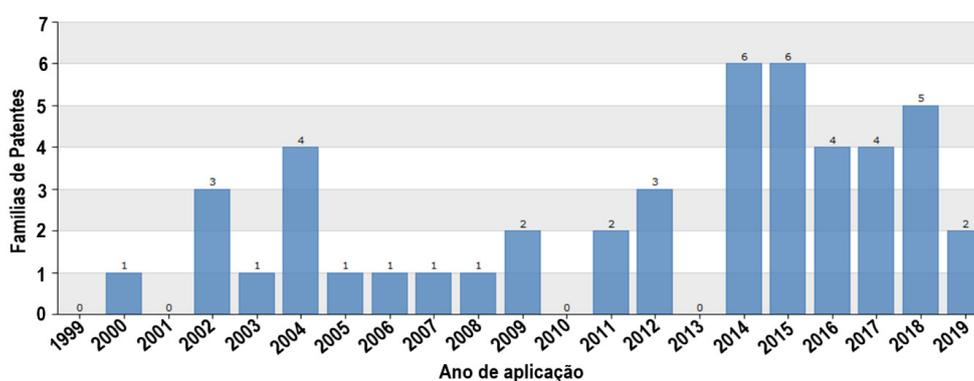
O Questel Orbit é uma plataforma de destaque no campo de propriedade intelectual,

forneendo informações bastante completas não só acerca das patentes, como também das empresas registradas (STOCK & STOCK, 2005).

Através deste estudo, permitiu-se fazer um levantamento dos anos que mais ocorreram publicações de patentes envolvendo compósitos e feromônios de insetos no período de 1999 a 2019, bem como os países que mais contribuíram e as empresas mais competitivas neste mercado. A figura 1 ilustra a tendência de investimento ao longo dos anos através da contagem de patentes publicadas e ativas.

É importante ressaltar que existe uma lacuna nos dados recentes, visto que o período entre a solicitação de uma patente e sua publicação é de 18 meses. Com as informações disponíveis, percebe-se que os anos de 2014 e 2015 destacam-se como aqueles em que mais ocorreram investimentos no setor, ambos com 6 patentes publicadas.

Figura 1. Evolução das aplicações em família de patentes ao longo dos anos



Fonte: Adaptado de Questel Orbit, 2019.

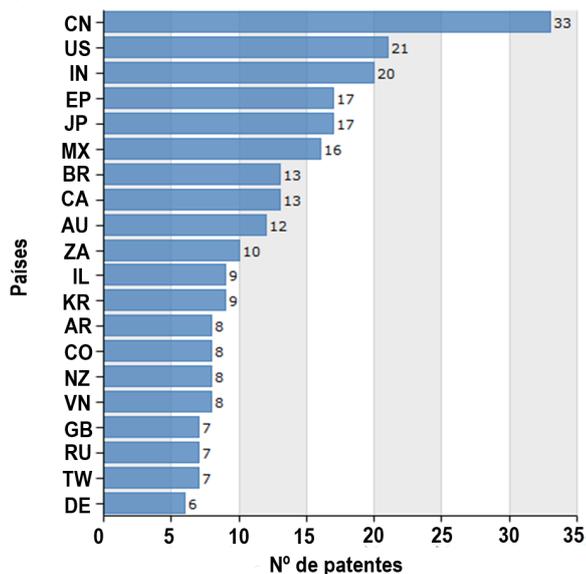
A patente mais antiga, publicada no ano de 2000, é a patente de código US20040020104, registrada nos Estados Unidos e de posse da *ECS Environmental Care System*.

Os mercados mais competitivos neste setor, com maior número de patentes publicadas, concentram-se, primeiramente, na Ásia, com 33 patentes publicadas pela China, e na região norte americana, com 21 patentes publicadas pelos Estados Unidos. O Brasil encontra-se em uma posição relativamente confortável neste ranking, com 13 patentes publicadas, se igualando ao Canadá (figura 2).

Este cenário é consequência do crescente investimento da China em pesquisa e desenvolvimento (cerca 1,9% do PIB) e em pedidos de patentes (MCKERN & YIP, 2012), o que impulsiona a implantação de centros de pesquisas de empresas multinacionais no país (YIP & MCKERN, 2014).

Segundo dados da WIPO, até 2017 os pedidos de patentes da China aumentaram 21,5%, bem como os registros de marcas (mais de 30,8%) e de desenhos industriais (mais de 14,3%), contra 2,7%, 5,5% e 12,1% dos Estados Unidos, respectivamente (WIPO, 2017).

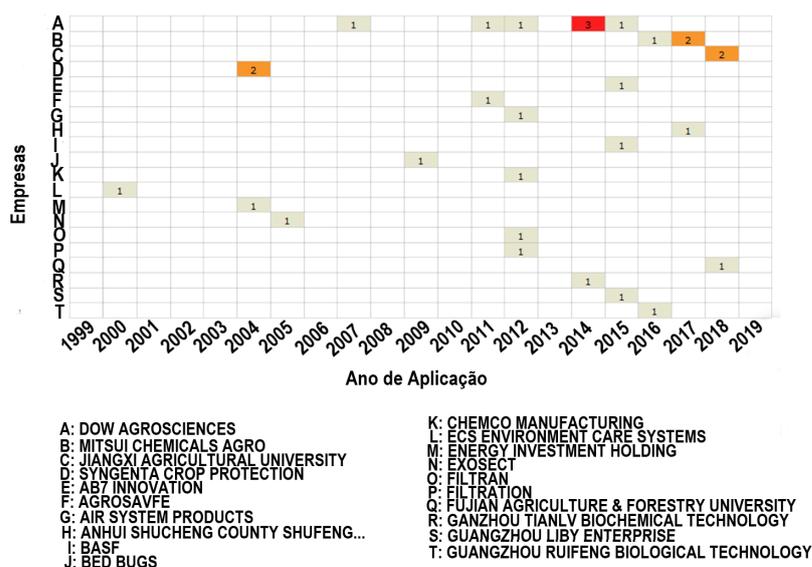
Figura 2. Principais escritórios de patentes



Fonte: Adaptado de Questel Orbit, 2019.

Ainda que seja a China o principal escritório mundial de patentes, é nos Estados Unidos onde se encontra a empresa com maior número de patentes publicadas, até então. A Dow AgroScience, com 7 famílias de patentes aplicadas em diferentes áreas tecnológicas, lidera a lista dos principais investidores, seguida pela empresa japonesa Mitsui Chemicals Agro, detentora de 3 famílias de patentes, e pelas empresas chinesas Jiangxi Agricultural University e Syngenta Crop Protection, com 2 famílias de patentes cada (figura 3).

Figura 3. Tendência de investimento pelas empresas ao longo dos anos



Fonte: Adaptado de Questel Orbit, 2019.

A análise das patentes das quatro primeiras colocadas revelou duas que mais se enquadram ao objetivo deste estudo: patente de código US20150305325, pertencente à Dow AgroScience, e a WO2018074525, de posse da Mitsui Chemicals Agro.

A primeira, de título *“Method of making a composite material including a thermoplastic polymer, a pest food material and a pesticide”*, trata do desenvolvimento de um compósito palatável para uma espécie de praga que acomete madeira, composto por um polímero termoplástico, um material alimentar para a praga e um pesticida. A patente deixa como opção a adição de outros ingredientes ao compósito, como agentes de atração, referindo-se aos feromônios.

Já a patente WO2018074525, intitulada *“Agrochemical-containing slow-release granular fertilizer preparation”*, fornece uma preparação de fertilizante granular de liberação lenta contendo agroquímicos, podendo este ser um feromônio.

A Dow AgroScience é uma subsidiária da The Dow Chemical Company, produtora de uma gama de produtos de biotecnologia agrícola em todo o mundo (BASSETT & GARDNER, 2013). O aperfeiçoamento de seus resultados financeiros se deu pela adoção da otimização de um sistema de simulação heurística, que resultou em redução do tempo e das despesas acarretadas para lançar um portfólio no mercado. O resultado foi a economia de milhões de dólares entre os anos de 1998 à 2014 (BASSETT et al., 2004).

E foi exatamente no ano de 2014 onde a tendência de investimento pela Dow AgroScience atingiu o seu maior número, aplicando 3 das 7 famílias de patentes que estão sob o seu domínio. Os dados sobre estas 7 famílias de patentes estão compilados na tabela 3.

Tabela 3. Informações acerca das 7 famílias de patentes aplicadas pela Dow AgroScience no período de 1999 à 2019

Código da patente	Data de publicação	Título	Inventores	Domínio tecnológico
US20150305325	29.10.2015	Method of making a composite material including a thermoplastic polymer, a pest food material and a pesticide	Hill Robert L King James E Demark Joseph J Arnoldy Anton Tolley Mike P Williams III Donald E Eger Jr Joseph E	Basic materials chemistry Other special machines
US20110166164	07.07.2011	Thiazolo[5,4-d] pyrimidines and their use as agrochemicals	Brewster William k Klittich Carla J R Rieder Brent J Siddall Thomas L Yao Chenglin	Basic materials chemistry Organic fine chemistry Pharmaceuticals
US2014206537	27.07.2014	Pesticidal compositions and processes related thereto	Hunter James E Lo William C Watson Gerald B Patny Akshay Gustafson Gary D Pernich Dan Brewster William K Camper Debra L Lorsbach Beth Loso Michael R Sparks Thomas C Joshi Hemant Mandaleswaran Adiraj Sanam Ramadevi Gundla Rambabu Lyer Pravin S	Basic materials chemistry Micro-structure and nano-technology Organic fine chemistry Other special machines Pharmaceuticals
US20150111731	23.04.2015	Pesticidal compositions and related methods	Negar Garizi Martin J. Walsh Ann M. Buisse Daniel Kneuppel Asako Kubota Noormohamed M. Niyaz Yu Zhang Ricky Hunter Tony K. Trullinger	Basic materials chemistry Food chemistry Organic fine chemistry Other special machines Pharmaceuticals

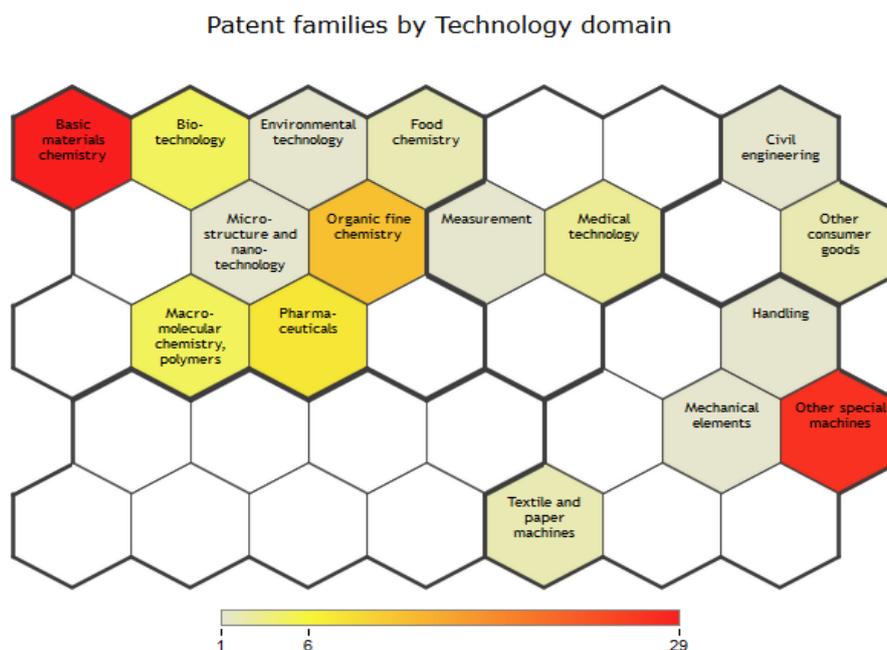
US20160096831	07.04.2016	Molecules having certain pesticidal utilities, and intermediates, compositions, and processes related thereto	Lindsey G. Fischer Andrew Ward Ronald Ross, Jr. Natalie C. Giampietro Carl DeAmicis Yan Hao Gary D. Crouse Thomas C. Sparks Erich W. Baum Jeff Petkus	Basic materials chemistry Organic fine chemistry Pharmaceuticals
US20150111732	23.04.2015	Pesticidal compositions and related methods	Martin J. Walsh Ann M. Buisse Asako Kubota Noormohamed M. Niyaz Yu Zhang Ricky Hunter Tony K. Trullinger	Basic materials chemistry Organic fine chemistry Other special machines
US20150353477	10.12.2015	Pesticidal compositions and processes related thereto	LEPLAE JR PAUL RENEE HUNTER JAMES E WATSON GERALD B LO WILLIAM C HERBERT JOHN	Basic materials chemistry Organic fine chemistry

Fonte: Adaptado de Questel Orbit, 2019.

Como é perceptível na tabela 3, os principais domínios tecnológicos, encontrados nas 3 famílias de patentes citadas, são “*Basic materials chemistry*” (química de materiais básicos), “*Organic fine chemistry*” (química orgânica fina) e “*Other special machines*” (outras máquinas especiais). O mesmo é visto para o grupo de patentes publicadas de 1999 à 2019 (figura 4).

As categorizações por domínios tecnológicos são agrupadas de acordo com a Classificação Internacional de Patentes (International Patent Classification – IPC) do grupo de patentes analisadas.

Figura 4. Principais domínios tecnológicos das famílias de patentes analisadas



Fonte: Questel Orbit, 2019.

Ao contrário do que era esperado, áreas tecnológicas como “biotecnologia” e “micro estrutura e nanotecnologia” não ganharam destaque. Tendo em vista que a “agricultura de precisão” vem

sendo utilizada para promover liberação controlada de compostos, incluindo feromônios (HE et al., 2019), esperava-se encontrar mais famílias de patentes neste domínio. Isto ressalta uma aplicação em potencial para novas patentes desenvolvidas neste setor.

Conclusão

O crescente investimento da China em pesquisa e desenvolvimento a colocou em primeira posição na corrida por pedidos de patentes, dominando o mercado de produtos patenteados contendo feromônios, estado os Estados Unidos como segundo colocado. As principais empresas neste setor e que apresentaram patentes de interesse ao estudo foram a Dow AgroScience e a Mitsui Chemicals Agro. Através desta prospecção tecnológica constatou-se uma relativa carência em produtos que envolvam tecnologia e nanotecnologia para liberação controlada destes semioquímicos, como foi perceptível no estudo dos principais domínios tecnológicos. Desse modo, a aplicação de patentes voltadas para estas áreas tecnológicas podem ser promissoras, por se tratar de um mercado inovador e ainda pouco explorado pelas principais empresas deste setor.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal de Alagoas por propiciarem o desenvolvimento do trabalho e, especialmente, à FAPEAL e CNPq pelo projeto de mestrado aprovado no edital PPG-Empresa Nº 08/2018.

Referências

BASSETT, M.; GARDNER, L.; STEELE, K. Dow AgroSciences Uses Simulation-Based Optimization to Schedule the New-Product Development Process. **Interfaces**, vol. 34, p. 426–43, 2004.

BHATTACHARYYA, A.; BHAUMIK, A.; RANI, P.U.; MANDAL, S.; EPIDI, T.T. Nanoparticles - a recent approach to insect pest control. **African Journal of Biotechnology**, vol. 9 n.24, p. 3489-3493, 2010.

BRASIL. Boas práticas agrícolas para produção de alimentos seguros no campo: Controle de pragas. **Embrapa Transferência de Tecnologia**, p.41. Brasília, 2005.

CHEN, Y.; CHEN, X.; CHEN, Y.; WEI, H.; LIN, S.; TIAN, H.; LIN, T.; ZHAO, J.; GU, X. Preparation, characterisation, and controlled release of sex pheromone-loaded MPEG-PCL diblock copolymer micelles for *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). **PLOS ONE**, vol. 13, 2018.

DOMS, A.; SCHROEDER, M. GoPubMed: exploring PubMed with the Gene Ontology. **Nucleic Acids Research**, vol. 33, 2005.

ESPACENET. European Patent Office. [Base de dados - Internet]. 2019. Disponível em: <<https://worldwide.espacenet.com/>>. Acesso em: 04 Set 2019.

FERREIRA, J. M. S. Controle Biológico do Agente Transmissor do Nematóide Causador do Anel-vermelho-do-coqueiro. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**. Circular Técnica 31. Aracaju, Sergipe. 2002.

HE, X., DENG, H., HWANG, H. The current application of nanotechnology in food and agriculture. **Journal of Food and Drug Analysis**, vol. 27, p. 1-21, 2019.

JANK, M. S.; NASSAR, A. M.; TACHINARDI, M. H. Agronegócio e comércio exterior brasileiro. **Revista USP**, n. 64, p. 14-27, 2005.

MCKERN, B.; YIP, G. Innovation: the key to China's structural transition. *New Champions in Innovation*, World Economic Forum & Harvard Business Review China, p. 96-98, 2012.

ORBIT. Questel Orbit Intelligence,. [Base de dados - Internet]. 2019. Disponível em: <https://www.questel.com/business-intelligence-software/orbit-intelligence/>. Acesso em: 12 Set 2019.

PICANÇO, M.C. Manejo Integrado de Pragas. Apostila do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa, p. 144, Viçosa, 2010.

STIPANOVIC, A. J.; HENNESSY, P. J.; WEBSTER, F. X.; TAKAHASHI, Y. Microparticle Dispensers for the Controlled Release of Insect Pheromones. **J. Agric. Food Chem.** 2004, vol. 52, p. 2301-2308, 2004.

STOCK, M.; STOCK, W. Intellectual property information. A case study of Questel-Orbit. **Information Services & Use**, vol. 25, p. 163–180, 2005.

BASSETT, M.; GARDNER, L. Designing optimal global supply chains at Dow AgroSciences. **Ann Oper Res**, vol. 203, p. 187–216, 2013.

THE LENS. [Base de dados – internet]. 2019. Disponível em: <https://www.lens.org/>. Acesso em: 04 Set 2019.

VIANA, A. C.; RAMOS, I. G.; SANTOS, E. L.; MASCARENHAS, A. J. S.; LIMA, M. S.; SANT'ANA, A. E. G.; Druzian, J. I. Validation of analytical method for rhynchophorol quantification and stability in inorganic matrix for the controlled release of this pheromone. **Chemistry Central Journal**, 2018.

WAGNER, C. M.; HANSON, J. E.; MECKLEY, T. D.; JOHNSON, N. S.; BALS, J. D. A simple, cost-effective emitter for controlled release of fish pheromones: Development, testing, and application to management of the invasive sea lamprey. **PLOS ONE**, vol. 13, 2018.

WIPO. *World Intellectual Property Indicators 2017*. Geneva: **World Intellectual Property Organization**, 2017.

YIP, G.; MCKERN, B. Innovation in emerging markets – the case of China. *International Journal of Emerging Markets*, 2014.

YOSHA, I. et al. Slow Release of Pheromones to the Atmosphere from Gelatin-Alginate Beads. **J. Agric. Food Chem.** V. 56 (17), p. 8045–8049, 2008.

Recebido em 16 de maio de 2022.

Aceito em 22 de junho de 2022.